Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen
2. Grundfutterqualität und erzielbare Leistung

Klaus Walter*

Zusammenfassung

Die Steigerung der Milchleistung wird auch in Zukunft unverzichtbar sein, wenn es um Effizienzerhöhung und Sicherung der Einkommen geht. In den letzten 20 bis 25 Jahren wiesen die Milchvieh haltenden Betriebe einen konstanten und häufig sogar rückläufigen Kraftfuttereinsatz auf. Da die mittlere Milchleistung der Herden trotzdem um jährlich 50 bis 200 kg gestiegen ist, kann nur das Grundfutter diesen Zuwachs „erfüttert" haben.

In diesem Beitrag wird die Verbesserung der Grundfutterqualität dargestellt und in die Zukunft fortgeschrieben. Die sich zurzeit in der Entwicklung befindliche „online" Grundfutteranalytik mittels NIR ermöglicht eine präzise Produktionskontrolle und liefert damit die Voraussetzung zur Qualitätssteigerung der (Grund)Futtermittel. Mittels Simulation und Optimierung wird die Fütterung mit den zu erwartenden Nährstoffkonzentrationen kalkuliert. Dabei zeigt sich, dass weitgehend unabhängig von den unterschiedlichen Kennzahlen der Milchproduktion der Kraftfuttereinsatz abnimmt und in ein bzw. zwei Dekaden endet. Diese Entwicklung vollzieht sich in Verbindung mit einem verstärkten Anstieg der Milchleistung.

Daraus ergeben sich weitere grundlegende Veränderungen der Haltungs- und Fütterungsverfahren von Milchkühen, die noch zu erforschen sind. Sowohl die Futterproduktion incl. der Fütterung als auch die dafür notwendigen baulichen und technischen Voraussetzungen werden sich grundlegend ändern.

Schlüsselworte: Futteraufnahme der Hochleistungskuh, *Langzeitanalyse der Grundfutterqualität, Bewertung und Optimierung der Milchviehfütterung, Prognose des Kraft- und Grundfuttereinsatzes*

Summary

The feeding and husbandry of high performance cows
Part 2. Basic ration quality and feasible yields

An increase in milk yield will also be unavoidable in the future in terms of increasing efficiency and securing income. In the past 20 to 25 years, dairy farms showed a constant and frequently reduced use of concentrate feeds. Since the average milk yield of herds increased annually from between 50 and 200 kg, only basic forage rations can be responsible for the growth.

In this article, the improvement of basic forage rations will be presented and continued into the future. The current development of online basic ration analysis via near infrared (NIR) technology makes a precise monitoring of production possible and delivers the requirements for an increase in the quality of (basic) feeds. With simulations and optimization the feeding is calculated with the expected nutrient concentrations. Here it can be seen that, to large extent independent from the various statistics of milk production, the use of concentrates is reduced and ceases completely in one to two decades. This change develops in connection with a stronger increase in milk performance.

Here further basic changes in the husbandry and feeding processes of dairy cows that are still to be researched emerge. Both the feed production including feeding, as well as the required for constructions and technology will change fundamentally.

Keywords: Feed intake high yield cows, long term analysis of basis ration quality, evaluation and monitoring of dairy cow feeding, prognosis of concentrate and forage needs

* Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI), Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig; Email: klaus.walter@vti.bund.de

1 Einleitung und Fragestellung

Nationale und internationale Vergleiche der Effizienz der Milchproduktion führen stets zum gleichen Ergebnis, dass hohe Milchleistungen neben dem Milchpreis die Grundvoraussetzung für die Wirtschaftlichkeit darstellen (Isermeyer, 2002; IFCN, 2007).

Insbesondere die unvermeidbaren Nährstoffdefizite des ersten Laktationsdrittels sprechen für die Verbesserung der Futterqualität und der Nährstoffkonzentration (Drackley, 2005). Da diese beiden Positionen darüber hinaus einen positiven Einfluss auf die Futteraufnahme aufweisen (Gruber et al., 2006; NRC, 2001), entsteht ein zusätzlicher Impuls zur Erzeugung und Verwendung hochwertigerer Vorleistungen.

In diesem Beitrag wird die bisherige Entwicklung der Futterqualität als Ausgangskonstellation für die Analyse zukünftiger Futtergewinnung- und Fütterungskonzepte herangezogen. Dabei wird den sich im Erprobungsstadium befindlichen "online" Analysetechniken mittels Nahinfrarotrefraktometrie (NIRS, 2004; NIR, 2007) besonderes Interesse gewidmet, denn erstmals gelingt es Grund- oder Raufuttermittel vor bzw. während der Ernte zu bewerten und gegebenenfalls mittels direkter Applikation von Zusatzstoffen die Konservierungsverluste zu minimieren (NIRS, 2004). Die Weiterentwicklung der Verfahren zur Futtergewinnung, -lagerung und -zuteilung kann unter Einbeziehung derartiger technischer Fortschritte sehr viel besser als bisher auf die Ansprüche der Hochleistungskühe abgestimmt werden.

2 Literatur, Modell, Daten und methodisches Vorgehen

Eine Vielzahl von Arbeiten und Untersuchungen (Drackley, 2005; Evans, 2003; Isermeyer, 2002; Pieper, 1998 bis 2006) nennen die Grund- und Kraftfutterqualität sowie eine entsprechende Nährstoffkonzentration als Voraussetzung für hohe Milchleistungen. Die enge Beziehung zwischen Energiekonzentration und Leistungsanstieg zeigt die Analyse der einzelbetrieblichen Zeitreihen für Milchleistung und Energiekonzentration in Gras- und Maissilage (Walter et al., 2003). Die Daten der Rinderspezialberatung der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (2003) bestätigen diese Ergebnisse, denn trotz steigender Herdenleistungen ist der Kraftfuttereinsatz je Kuh und Jahr nicht angestiegen, sondern kann als tendenziell rückläufig angesehen werden (Walter et al., 2005).

Anfang der 80er Jahre war eine Herdenleistung von 5.500 kg Milch ausreichend, um einen Deckungsbeitrag von 1.250 € zu erzielen. Inzwischen ist dieser Deckungsbeitrag nur noch mit einer Durchschnittsleistung von über 7.500 kg Milch zu erwirtschaften (Walter et al., 2005). Da sich diese Entwicklung fortsetzt und damit eine weitere Steigerung der Milchleistung ein existentielles Anliegen der Milchviehhalter darstellt, wird in diesem Beitrag die durch technischen Fortschritt, z. B. "online Analytik", erzielbare Verbesserung der Qualität und Nährstoffkonzentration der wirtschaftseigenen Futtermittel für die weitere Leistungsentwicklung analysiert.

2.1 Modell

Die Kalkulationen und Bewertungen werden mittels eines mehrstufigen Simulationsprogramms (SMP) durchgeführt. Im ersten Schritt berechnet das SMP ein optimales einzelbetriebliches Produktionsprogramm. Es ermittelt die benötigten Mengen inklusive der innerbetrieblichen (Verrechnungs-) Preise für Grundfutter und optimiert mit diesen Informationen im zweiten Schritt die Fütterung der Milchkühe für die einzelnen Futterperioden (Walter, 2007). Da die Differenz zwischen Einnahmen aus Milch abzüglich Futterkosten die Zielfunktion bildet, wird nicht nur die günstigste Fütterung bestimmt, sondern gleichzeitig die höchste erzielbare Milchleistung angestrebt. Dieser Teil des SMP ermittelt für Kühe unterschiedlichen Alters, Gewichts und Leistungsniveaus die während einer Zwischenkalbezeit (ZKZ) benötigten Grund- und Kraftfuttermengen. Bei der Optimierung der Rationen aller Fütterungsabschnitte kontrolliert das SMP die Energie- und Eiweißbilanz sowie die physiologischen Anforderungen. Die aufsummierten Futtermittelmengen und der gleichzeitig berechnete Harn- und Kotanfall werden mit dem optimalen Produktionsprogramm des Betriebsmodells verglichen. So bald diese neu errechneten Mengen von dem zuvor ermittelten Stabilitätsbereich des Betriebsoptimums abweichen, wird eine Reoptimierung des betrieblichen Produktionsprogramms erforderlich.

Entstehen bei hohen Tagesleistungen Energie- und Nährstoffdefizite, werden diese bilanziert und vom SMP zur Berechnung des aktuellen „body condition score" (bcs) genutzt. Das SMP versucht die Energie- und Nährstoffbilanz innerhalb einer vorgegebenen Frist auszugleichen. Kommt ein Ausgleich nicht zu Stande und die Defizite bleiben bestehen, erfolgt im dritten Schritt eine alle Fütterungsabschnitte umfassende simultane Optimierung aller Rationen, um eine ausgeglichene Energie- und Nährstoffbilanz für die gesamte Zwischenkalbezeit zu erzielen. Dieser dritte Teil des SMP, die simultane Optimierung aller Fütterungsabschnitte der ZKZ, bilanziert für die gesamte Laktationsperiode die Nährstoffe und Energie, liefert zusätzlich die Minderwerte der einzelnen Futtermittel (Aktivitäten), die Grenzwerte der Bedingungen (Rechte Seiten) sowie die zugehörigen Stabilitätsbereiche[1].

---

[1] Zur Theorie siehe Danzig (1963) sowie Land (1973), zur praktischen Anwendung siehe Brandes (1969) und Meinhold (1976).

Die Optimierung des Milchvieh haltenden Betriebs und der einzelnen Rationen bzw. die simultane Optimierung aller Rationen einer ZKZ mittels der „Linearen Programmierung" (Danzig, 1963) stellt ein ideales Werkzeug dar, um derart komplexe Probleme zu lösen. Die Erweiterungen des methodischen Optimierungsansatzes (Danzig, 1963) durch Sensitivanalyse, Parametrisierung sowie gemischt ganzzahlige, ganzzahlige und quadratische Optimierung (Land et al., 1973) ermöglichen weitergehende Ansätze, um die Milchproduktion zu analysieren sowie die Futtermittel und deren Qualitäten vergleichend zu bewerten.

Das SMP berücksichtigt alternativ die Fütterungsempfehlungen der DLG[2] und des National Research Council (NRC) des USDA. Letztere erweisen sich als sehr differenziert und bilden eine ideale Grundlage für die im SMP implementierten Kalkulationsansätze zur Deckung der Ansprüche von Hochleistungskühen, weil ein umfassendes Rationsberechnungskonzept vorliegt (NRC, 2001). Es enthält algorithmische Ansätze zur Bewertung des Geschehens beim Ab- und Aufbau von Körpersubstanz, benennt detaillierte Energie- und Nährstoffansprüche für Wachstum und Bewegung[3], quantifiziert den „energy discount" und enthält Formeln zur genauen Bemessung des Energie und Nährstoffbedarfes für den Fötus u. a. m.

Das SMP errechnet für Leistungen von 10.000 bis 25.000 kg Milch je Kuh sowie für unterschiedliche ZKZ, Lebendgewichte, Altersklassen etc. die Laktationsfunktion. Es optimiert die Rationen, summiert die Futtermengen, bilanziert die Energie- sowie Nährstoffdefizite und kalkuliert deren Ausgleich. Für die in diesem Bericht gewählte Fragestellung werden die in Zukunft erzielbaren Futterqualitäten geschätzt, um deren Effekt für die Aufwands- und Ertragsrelationen sowohl für den Betrieb als auch für die Milchviehhaltung zu quantifizieren.

Das SMP bietet darüber hinaus die Grundlage für ein präzises Fütterungsverfahren, das den hochwertigeren, teureren Futtermitteln und den mit der Leistung steigenden Ansprüchen der Hochleistungskühe gerecht wird.

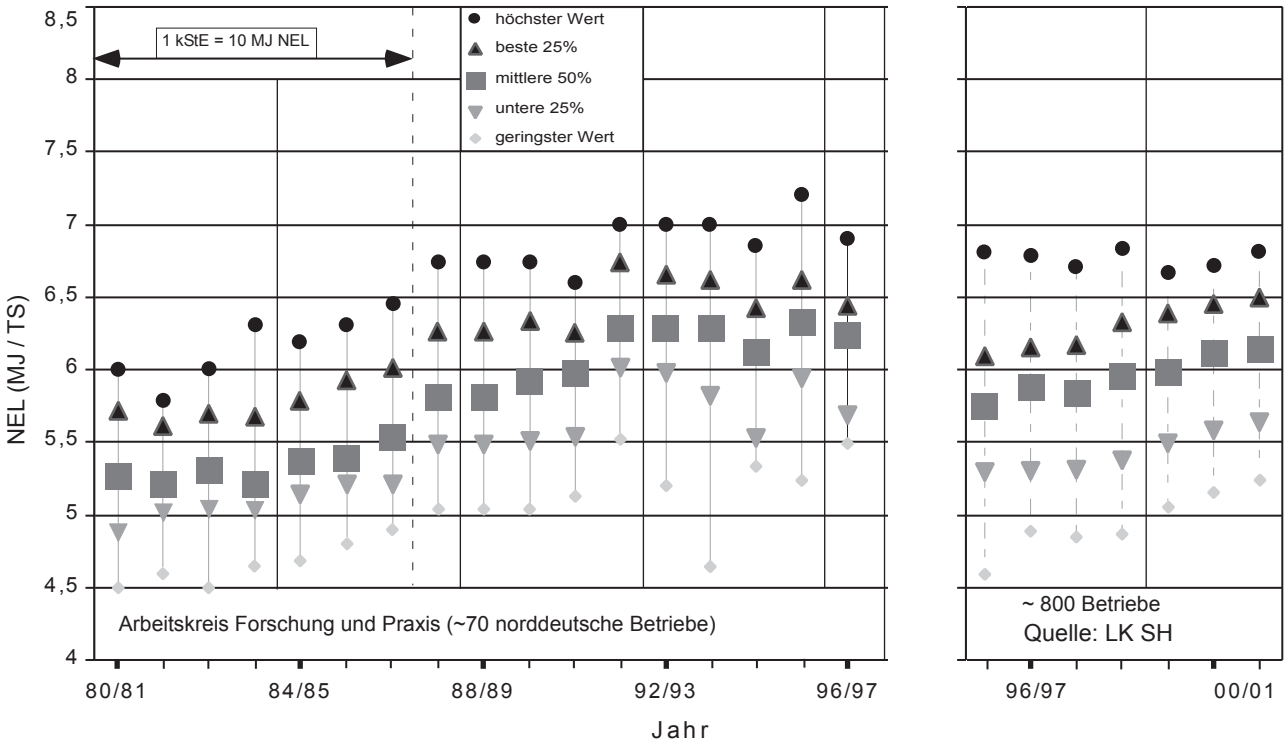

Abbildung 1:

Entwicklung des Energiegehaltes in der Grassilage (1. Schnitt, jeweils identische Betriebe des AKFP und der Rinderspezialberatung der Kammer Schleswig-Holstein)

[2] Die Bestimmung des Futteraufnahmevermögens erfolgt für das DLG – System nach Gruber (Gruber et al., 2005). Das Fütterungskonzept des NRC (2001) umfasst einen eigenen Ansatz zur Bestimmung der Futteraufnahme der Milchkühe.

[3] Der Energiebedarf für die Märsche vom Stall zur Weide und zurück, inklusiv Zuschläge für hügelige Lagen werden beispielsweise quantitativ benannt.

2.2 Datengrundlage

Die Bedeutung der Qualität und der Nährstoffkonzentration in (Grund-) Futtermitteln für die Milchproduktion wird zunächst an Hand der bisherigen Entwicklung evaluiert. Anschließend erfolgt eine Schätzung der zukünftig erzielbaren Futterqualitäten, die wiederum in das SMP übernommen werden, um sie zu bewerten und um die zu erwartenden Verfahrenskonstellationen zu spezifizieren.

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der Energiekonzentration in der Grassilage (1. Schnitt) im Zeitraum von 1980 bis 1997 in den Betrieben des „Arbeitskreis Forschung und Praxis" (Walter, 2003) sowie in den Betrieben der Rinderspezialberatung der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (LK SH, 2003) zwischen 1995 bis 2001. Abbildung 2 stellt die Energiegehalte der Maissilage dar. Zunächst wurde mit dem Maßstab „Stärkeeinheiten" gearbeitet, der Ende der 80er Jahre von dem noch heute gültigen System "Netto Energie Laktation" (NEL) abgelöst worden ist. Neben diesem Wechsel des Energiebewertungssystems ist der Übergang von der „(Nass)Analyse nach Kellner" zur Untersuchung mittels Nahinfrarot - Refraktometrie zu verzeichnen, die wiederum einer kontinuierlichen Verfeinerung und Präzisierung unterliegt. Da die Analysen nach dem jeweiligen Stand des Wissens durchgeführt wurden und die Milchviehhalter mit diesen Inhaltsangaben die Rationen berechneten, implizieren die dargestellten Entwicklungen diese Veränderungen.

Die Abbildungen 1 und 2 weisen eine deutliche Differenzierung der von den Betrieben erzeugten Qualitäten aus, so liegen die Energiekonzentrationen bei den Maissilagen der Betriebsgruppe "beste 25 %" um rund 0,5 und bei den Grassilagen um 0,75 MJ NEL über denen der "untere 25 %". Der höchste Wert übertrifft bei den Grassilagen den Geringsten um 2 bis 3 NEL, bei den Maissilagen um 1 bis 1,5 MJ NEL. Da die Grassilagewerbung wegen der Vorwelkphase stärker von den Wetterbedingungen abhängig ist, erklärt das die Unterschiede zwischen den Jahren. Sollen keine Qualitätseinbußen in Kauf genommen werden, so muss die Grassilagewerbung in einem eng begrenzten Zeitraum erfolgen. Für das Häckseln des Silomais steht dagegen ein längerer Erntezeitraum zur Verfügung, in dem vergleichsweise kleinere Veränderungen der Energie- und Nährstoffkonzentrationen zu erwarten sind. Dieser Sachverhalt führt zu den geringeren jährlichen und betrieblichen Unterschieden der Energiegehalte im Silomais.

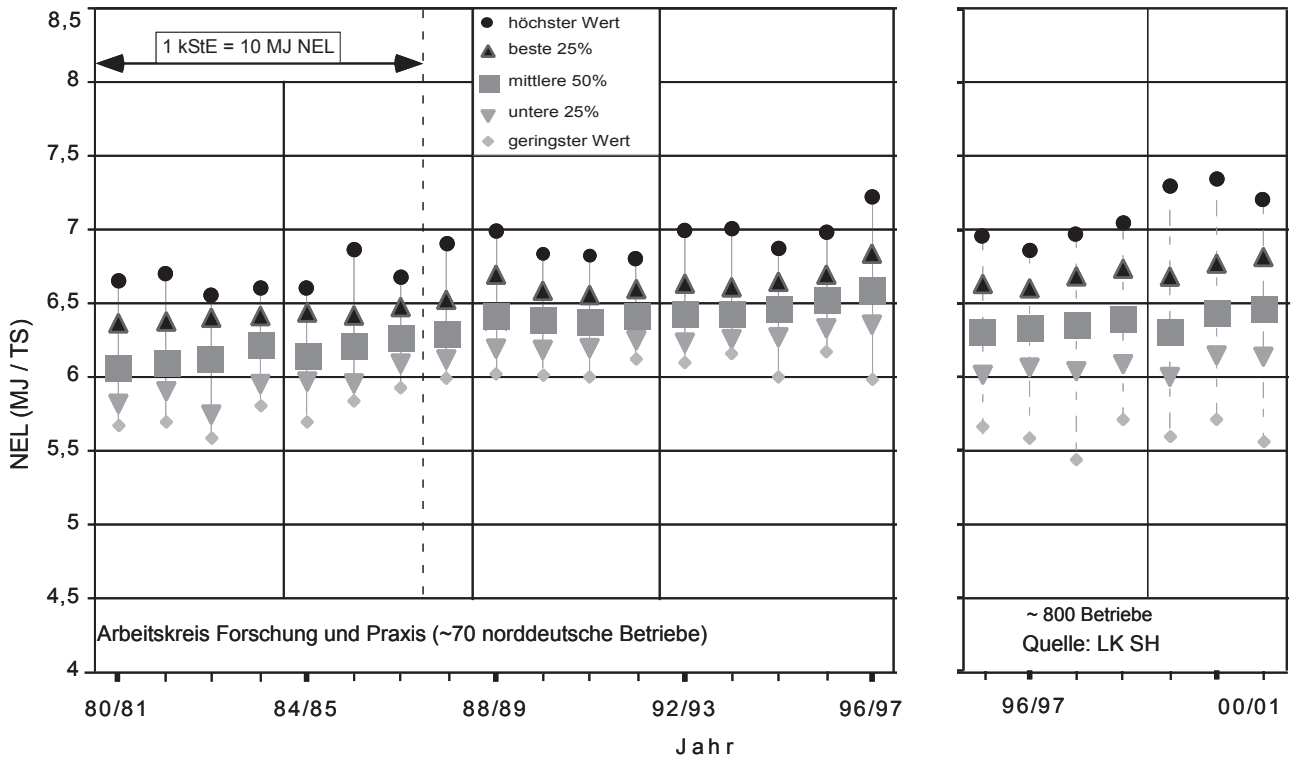

Abbildung 2:

Entwicklung des Energiegehaltes in der Maissilage (jeweils identische Betriebe des AKFP und der Rinderspezialberatung der Kammer Schleswig-Holstein)

Für die in Abbildung 2 dargestellte Entwicklung der Energiekonzentration in der Maissilage gelten im Vergleich zur Grassilage (Abbildung 1) weitere wichtige Sachverhalte:

- Die Energiekonzentration in der Maissilage lag in den 80er Jahren um eine Einheit höher.
- Der Zuwachs des Energiegehalts fällt bei der Grassilage deutlich höher aus. Sie[4] "holt" deutlich auf und liegt inzwischen weniger als 0,5 MJ NEL unter dem jeweiligen Mittelwert der Maissilage.
- Die Unterschiede zwischen den geringsten und höchsten Konzentrationen, zwischen den Betriebsgruppen "untere 25 %" und "beste 25 %" fallen bei der Maissilage wesentlich geringer aus als bei der Grassilage, weil sich der optimale Erntezeitpunkt einfacher bestimmen lässt und keine Vorwelkphase erforderlich ist.
- Ab Mitte der 90er Jahre unterscheiden sich die höchsten Energiegehalte der Gras- und Maissilage dagegen nur wenig.

Diese Differenzierung erschwert eine auf mathematischen Ansätzen basierte Prognose der zukünftigen Energie- und Nährstoffgehalte der Grundfuttermittel. Gegen eine lineare Fortschreibung der erkennbaren Trends (Abbildungen 1 und 2) sprechen mehrere Gründe:

- Die Pflanzenzüchtung hat die Forschung zur Verbesserung der Futterpflanzen deutlich intensiviert (BLE, 2007).
- Die in den letzten Dekaden entwickelte Nahinfrarot – Refraktometrie macht deutlich Fortschritte und steht vor der "online" Anwendung (NIRS, 2004; NIR, 2007). Diese Technologie führt nicht nur zu bedeutenden Fortschritten bei der Applikation von Silierhilfsmitteln, sondern ebnet mittelfristig den Weg zu einer präzisen Bestandsführung im Futterbau[5].
- Der Strukturwandel in der Milchproduktion wird mit der angestrebten Abkehr vom Milchquotensystem zu einem scharfen Verdrängungswettbewerb führen, in dem nur die Milchviehhalter mit hohen Leistungen und geringen Produktionskosten bestehen können. Da sich die entwicklungsfähigen Betriebe vorrangig aus der Gruppe der "beste 25 %" rekrutieren (Walter et al., 2003), bilden deren überdurchschnittlichen Futterqualitäten die Grundlage für die Vorschätzung.
- Den Wert der Futtermittel macht nicht nur die Energiekonzentration allein aus, sondern auch der Eiweiß-, der Rohfasergehalt, bzw. die N - freien Extraktstoffe, Vitamine, Mineralstoffe etc., so dass für deren Konzentrationen ebenfalls Vorhersagen zu treffen sind.

Es wird auf eine Zeitreihenanalyse mit Prognose verzichtet und stattdessen eine einfache Trendextrapolation[6] der Daten aus Spitzenbetrieben vorgenommen (u. a. NEL in Abbildungen 1 und 2). Die unterstellte zukünftige Entwicklung der wichtigsten Inhaltsstoffe zeigen die Abbildungen 3 und 4. Die im Zeitraum von 1980 bis 2001 aus den Grundfutteranalysen der Betriebe erkennbaren Differenzen und Unterschiede bei den Inhaltsstoffen werden in die Zukunft fortgeschrieben. Die Optimierungen beschränken sich nicht auf Einzel- oder Mittelwerte, sondern werden um Kalkulationen mit Bandbreiten erweitert, die sich gut durch die so genannten Ranges, die Parametrisierung und die Sensivitätsanalyse der „Linearen Programmierung" (Land et al., 1973) abbilden lassen.

Im Einzelnen werden die Korrelationen zwischen dem Energiegehalt und dem Rohfaser- sowie dem Rohproteingehalt der Gras- und Maissilagen für die einzelnen Jahre und für die Jahresdurchschnitte ermittelt und als zusätzliche Information für die in den Abbildungen 3 und 4 extrapolierten Entwicklungen sowie Bandbreiten genutzt. Für die Grassilage lassen sich positive Korrelationen zwischen den Energie- und Rohproteingehalten errechnen. Die Korrelationen zwischen Energiekonzentration und Rohfaseranteilen fallen jedoch negativ aus, sie werden mit zunehmenden Energiegehalten schwächer. Bei der Maissilage ist für die Beziehung zwischen Energie und Rohfaser eine ähnliche Tendenz zu verzeichnen. Die Korrelation zwischen Energie- und Rohproteingehalten erweist sich durchweg als schwach negativ. Die in den Abbildungen 3 und 4 für den Zeitraum 2010 bis 2030 unterstellten Gehalte basieren auf der Extrapolation dieser Beziehungen.

In Abbildung 3 werden die Energie-, Rohprotein- und Rohfasergehalte der Grassilagen (1. Schnitt) dargestellt, die auf den Daten der Spitzenbetriebe ("beste 25 %", Abbildung 1) beruhen und entsprechend den o. g. Korrelationen in die Zukunft extrapoliert werden. Die Streuung der Analysenwerte veranschaulichen die breiten Graphen.

Für die nachfolgenden Untersuchungen wird unterstellt, dass die Energiekonzentration in der Grassilage auf 7,5 MJ NEL je kg TS ansteigt und eine Bandbreite von 7 bis 8 MJ aufweist (Abbildung 3), die Maissilage 7,75 MJ NEL erreicht mit einer Bandbreite von 7,5 bis 8,2 MJ NEL je kg TS (Abbildung 4).

---

[4] Mit dem Übergang von Stärkeeinheiten zur Netto Energie Laktation ist eine Höherbewertung von Grassilage verbunden, die in Abbildung 1 deutlich wird.

[5] Diese Methode kann den Marktfruchtbau in gleicher Weise unterstützen.

[6] Die Literatur bietet keine Hinweise auf die zukünftig zu erwartenden Inhaltsstoffkonzentrationen für einzelne Futtermittel. In den verschiedenen Ländern gibt es deutliche Unterschiede bei den Bewertungsmassstäben für Energie und Eiweiß, die auf erheblichen Forschungsbedarf schließen lassen. Beides spricht für Bandbreiten und weit gefächerte Prognosewerte.

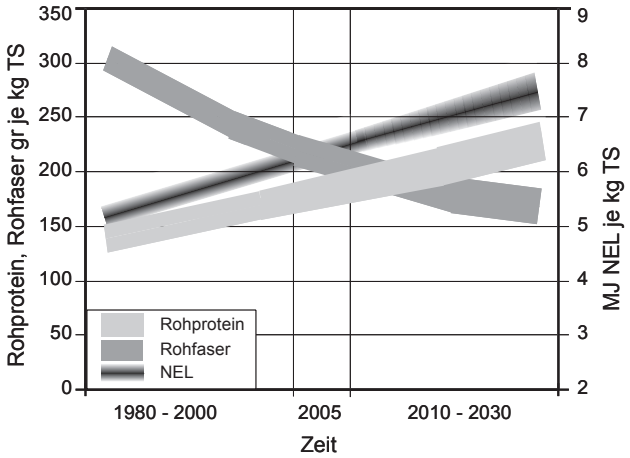

Abbildung 3:

Bisher von Spitzenbetrieben erzielte und für die Zukunft unterstellten Energie-, Rohprotein- und Rohfasergehalte in der Grassilage (1. Schnitt)

Die Energie- und Nährstoffgehalte des Milchviehmischfutters, des Sojaschrots und der Futtergerste entsprechen dem heutigen Standard (DLG, 1991ff; DLG, 2005). Die Kraftfutterpreise errechnen sich als Mittel der Jahre 2005 und 2006 (Stat. JB., 2006). Die Grundfutterpreise basieren auf einzelbetrieblichen Erhebungen von Helmers (2005). Alternativ werden Preissteigerungen von 1 % je Jahr formuliert, um einerseits den zusätzlichen Kosten für die Erzeugung höherer Qualitäten gerecht zu werden und anderseits die Konkurrenzfähigkeit der Qualitätssteigerung untersuchen zu können.

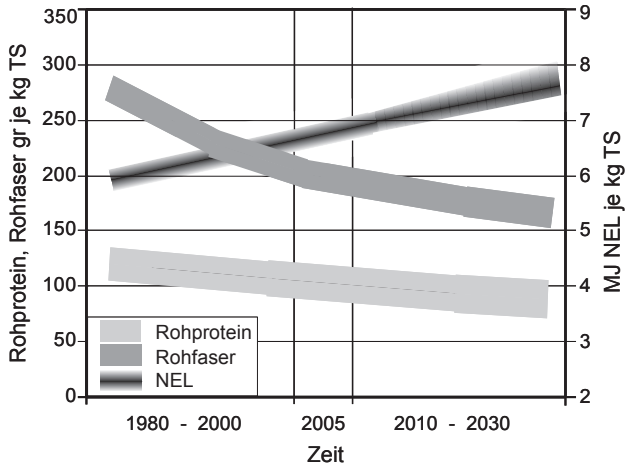

Abbildung 4:

Bisher von Spitzenbetrieben erzielte und für die Zukunft unterstellten Energie-, Rohprotein- und Rohfasergehalte in der Maissilage

Lüpping (2007) kommt zu dem Schluss, dass die Rationsgestaltung mit den Parametern ADF oder NDF keine besseren Ergebnisse bringen als bei Verwendung der herkömmlichen Ansätze mit der Kennzahl Rohfaser. Daher wird der Maßstab Rohfaser für die Rationsgestaltung herangezogen, für den Daten und Erfahrungen seit 1980 vorliegen. Die Rationen müssen einen Mindestgehalt von 17,5 % Rohfaser aufweisen, um dem Verdauungssystem eines Wiederkäuers gerecht zu werden. Die erforderliche Vitamin- und Mineralstoffergänzung wird an Hand der Versorgung und des Bedarfes bemessen.

2.3 Methodisches Vorgehen

Das SMP „Milchproduktion der Zukunft" (Walter, 2007) wird zunächst mit den Daten der Betriebe des "AKFP" validiert, d. h. die tatsächlichen Energie- und Nährstoffgehalte werden für die Rationsoptimierungen genutzt, um die maximal erzielbaren Milchleistungen zu ermitteln, und um sie mit den Betrieblichen zu vergleichen. Dabei zeigt sich, dass die mittels des SMP kalkulierten Höchstleistungen gut mit den von den Betrieben erreichten Kontrollergebnissen übereinstimmen. Die in den Abbildungen 3 und 4 dargestellten Prognosewerte werden daher in die Kalkulationen übernommen, um die Bedeutung der zukünftigen Gras- und Maissilagequalitäten für die Fütterung zu evaluieren.

Für die gesamtbetriebliche Optimierung und die Rationsoptimierung wird vereinfachend unterstellt, dass sich Qualitätsverbesserungen im optimistischen Fall ohne zusätzliche Kosten erreichen lassen. Um die Bedeutung des Qualitätsanstiegs allein zu bewerten, wird zunächst mit konstanten Preisen für den gesamten Zeitraum kalkuliert. Die Alternative unterstellt, dass die zwischenzeitlichen Untersuchungen zur Bestandsführung und die Bestimmung des optimalen Erntezeitpunktes als Leistung[7] eingekauft werden. Der Kostenanstieg wird mit 1 % je Jahr angesetzt, so dass Gras- und Maissilage am Ende des Beobachtungszeitraumes, also nach 50 Jahren, um rd. 70 % teurer geworden sind und bezogen auf die Energiekonzentration um rund 20 % bzw. 30 % höher ausfallen als für Futtergerste bzw. Milchviehmischfutter.

Dieser Preisanstieg reflektiert die derzeitig noch sehr unscharfen Vorstellungen eines Einsatzkonzeptes für die „online" Qualitätsbestimmung (NIRS, 2004; NIR, 2007). Da bisher ausschließlich Wissenschaftler und speziell ausgebildete Experten dieses Verfahren einsetzen, wird vorerst unterstellt, dass die Landwirte diese Leistung zukaufen. Wie sich der Einsatz des NIR - Verfahrens langfristig entwickelt, bleibt offen. Weitergehende Ansätze führen möglicherweise zu grundsätzlich neuen, derzeit noch nicht vorhersagbaren Organisationsformen und Verfahrenskonzepten.

---

[7] Diese Dienstleistung kann durch die allgemeine Betriebsberatung oder durch Spezialisten erbracht werden. Bei vier Grassilageschnitten ergeben sich dann Analysekosten von 250 € je ha Grünland, was in etwa einen Kostenanstieg von 20 % entspricht.

Für einen Anstieg der Erzeugungskosten von Grassilage spricht weiterhin, dass der Schnittzeitpunkt noch weiter vorrückt und ein geringerer Mengenertrag erzielt wird. Dagegen bleibt der Aufwand für Schneiden und Silieren nahezu gleich, so dass die Kosten je Mengeneinheit Erntegut (Basis Trockensubstanz) dementsprechend ansteigen. Diese Schnitte werden geringere Mengenerträge, aber dafür höhere Qualitäten bringen. Die kürzeren Aufwuchszeiten lassen jedoch häufigere Grasernten zu. Mit dem Einsatz des NIR – Verfahrens verbinden sich nicht nur die Bestimmung des bestmöglichen Erntezeitpunktes, sondern auch die Auswahl der optimalen Silierhilfsmittel. Deren Einsatz[8] sichert die Qualität, führt aber auch zu weiteren Kosten.

Die derzeitigen Silierverfahren basieren auf der „Feldhäckslerschiene", die nicht auf kürzeres, blattreicheres Siliergut ausgerichtet ist. Die zukünftigen Silierverfahren müssen kürzeres blattreicheres Erntegut bewältigen und gleichzeitig die „online" Bewertung des Erntegutes und die zugehörige Zumischung von Silierhilfsmitteln unterstützen.

Die Milchvieh haltenden Betriebe greifen auf ein breit gefächertes Spektrum an Futtermitteln zurück (Walter et al., 1998). Hier konzentriert sich die Untersuchung ausschließlich auf Grassilage und Silomais, weil nur für diese Grundfuttermittel eine ausreichende Datenbasis vorliegt, um eine Prognose der Qualitätsentwicklung vornehmen zu können. Weidegang, Gras- und Maissilage bilden im norddeutschen Raum die dominierende Grundfutterbasis, so dass ihnen eine Leitfunktion zukommt. Die anderen Futtermittel sind nur dann konkurrenzfähig, wenn sie ähnliche Kosten und Qualitäten aufweisen.

Die in den Abbildungen 3 und 4 dargestellte Entwicklung der Energie- und Inhaltsstoffkonzentrationen wird in die Rationsmatrizen übertragen und durch eine speziell für diese Zeitreihenanalyse entwickelte Routine des SMP optimiert. Im Einzelnen werden für jeweils aufeinander folgende 5 - Jahresperioden die höchstmögliche Jahresleistung und der erforderliche Futterbedarf ermittelt.

Für die Kalkulationen gelten u. a. folgende Bedingungen, die vom SMP einzuhalten sind:

- Die Energie- und Nährstoffdefizite im ersten, defizitären Abschnitt der Laktation dürfen nicht so groß ausfallen, dass der bcs[9] unter den kritischen Wert 1 fällt.
- Die Energie- und Nährstoffdefizite müssen beim Trockenstellen weitgehend ausgeglichen sein, so dass der bcs den Wert 2 nicht unterschreitet.
- Die Laktation währt einheitlich 300 und die Trockenstehphase 60 Tage.
- Der Zeitraum von 1980 bis 2030 wird durch zehn 5 - Jahresperioden abgebildet.

Der Übersichtlichkeit halber werden nur Gras- und Maissilage eingesetzt, Weidegang und Frischgrasverfütterung bleiben zunächst ausgeschlossen. Zusätzlich können bis zu 2 kg Gerstenschrot mit 8,2 NEL sowie Milchviehmischfutter mit 7 MJ NEL und 17,5 % Rohprotein als Leistungsfutter die Ration bilden. Sojaschrot kann eingesetzt werden, um eventuell entstehende Engpässe in der Eiweißversorgung zu vermeiden.

TMR (total mixed rations) sind ausgeschlossen, weil damit keine präzise an die individuelle Leistung und den tierspezifischen Erhaltungsbedarf angepasste Rationsbemessung zu erreichen ist, vielmehr wird eine am Mittelwert der Gruppe orientierte Futterzuteilung vorgenommen. Das Fütterungsverfahren TMR führt dementsprechend zu einer ungenaueren Rationsbemessung sowie zu höheren Futterkosten (DLG, 2007; Rinderspezialberatung der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, 2003) und stellt hier keine konkurrenzfähige Alternative dar.

Die Rationsberechnung im SMP erfolgt täglich und wird für die jeweilige Leistung und den erforderlichen Erhaltungsbedarf unter der Zielvorstellung: "Maximierung der Differenz zwischen Einnahmen für Milch minus Futterkosten" mittels "Linearer Programmierung" optimiert. Das SMP

- gleicht die Energie- und Nährstoffdefizite des ersten Laktationsdrittels bis zum Ende der Laktation aus,
- sieht für den Abbau sowie den späteren Wiederaufbau der Reserven und der Körpersubstanz eine Verlustquote in Höhe von 20 % des Energiebedarfs vor (NRC, 2001; Walter, 2007),
- berechnet den Energie- und Nährstoffbedarf für die Trächtigkeit sowie den Fötus mit einem Geburtsgewicht von 42 kg (NRC, 2001; Walter, 2007) und
- berücksichtigt die geringere Milchinhaltsstoffkonzentration bei höheren Tagesleistungen nach dem Grenzwertprinzip (Thünen, J. H. von, 1842; Walter, 2007).

Da sich die nationalen Energiebewertungssysteme deutlich voneinander unterscheiden, werden die Empfehlungen der DLG (2007) und des NRC (2001) zu Grunde gelegt. Daneben stellt die Futteraufnahme der Milchkühe eine wichtige Kennzahl dar. Ansätze zur Schätzung der täglichen Futteraufnahme offerieren das NRC (2001), Robinson (2006), Gruber (2006) und Meinhold (1997). Prinzipiell erlaubt das SMP die Kombination eines der beiden Energiebewertungssysteme mit einer der vier Aufnahmefunktionen. Die Alternativen verknüpfen die Fütterungs-

[8] Die Analyse des frischen Futters mittels NIR kann zu der Empfehlung führen, entdeckte Defizite durch entsprechend ausgelegte Silierhilfsmittel zu ergänzen, um die höchstmögliche Qualität zu erreichen.

[9] bcs = „body condition score", vom SMP an Hand der täglichen Energiebilanz entsprechend den Funktionen des NRC (2001) kalkuliert.

empfehlung der DLG mit dem Ansatz von Gruber (2006) und die amerikanischen Ansätze zur Energiebemessung mit der zugehörigen Schätzung der Aufnahmekapazität.

Die Berechnungsansätze zur Bestimmung der täglichen Futteraufnahme nach Gruber et al. (2006) und Robinson (2006) basieren auf Lebendgewicht und Laktationsstadium sowie auf der Futterqualität, also auf der Konzentration Wert bestimmender Inhaltsstoffe. Der von Gruber et al. (2006) entwickelte Ansatz bewertet auch die Kraftfuttermenge, bzw. bei TMR den Kraftfutteranteil. Daher ist eine mit dem Anstieg der Grundfutterqualität einhergehende Veränderung der Futteraufnahmekapazität zu erwarten, die neben den angestrebten Effekten bei der Rationsgestaltung über die Veränderung der Futteraufnahme zu einer zusätzlichen Bewertung dieser Qualitätsverbesserung führen soll.

Wird, wie in diesem Fall, eine derart weite Spanne von Inhaltsstoffkonzentrationen analysiert, dann offenbaren die mit diesen Schätzfunktionen der Futteraufnahme gewonnenen Ergebnisse erhebliche Schwächen. Daher wird auf einen Schätzungsalgorithmus von Meinhold et al. (1976) zurückgegriffen, der am Laktationsbeginn die tägliche Futteraufnahme an Hand des Körpergewichts bestimmt, nachfolgend die Vortageswerte fortschreibt und mit einem zeitlich verzögerten Leistungszuschlag ergänzt.

Das SMP optimiert die Differenz zwischen Einnahmen aus Milch abzüglich der Futterkosten (die Zielfunktion des Optimierungsproblems) unter den Nebenbedingungen begrenzte Futteraufnahmekapazität, Sicherung des Nährstoffbedarfs und Berücksichtigung der physiologischen Ansprüche der Wiederkäuer. Das SMP ermittelt die maximal erzielbare Laktationsleistung, den Grund- und Kraftfutterverbrauch und eine Vielzahl weiterer Kennzahlen, die die Grundlage der vergleichenden Analyse darstellen.

2.4 Zukünftiges Umfeld der Betriebe

Mit der Verbesserung der Energiekonzentration im Grundfutter gelang den Betrieben ein Anstieg der Milchleistung (Walter et al., 2003). Diese zusätzlich erzielte Leistung wurde nicht durch Kraftfutter erzeugt, denn die Einsatzmengen blieben konstant (Rinder-Report, 1979 bis 2001) bzw. fielen rückläufig aus (Walter et al., 1998; Walter et al., 2005). Die Frage nach den Effekten einer weiteren Qualitätsanhebung steht im Zentrum der nachfolgenden Kalkulationen. Die Ergebnisse dienen der langfristig unabdingbaren Neukonzeption der Verfahren von Futterbau und Rindviehhaltung. Bei einer Nutzungsdauer für Maschinen von 10 und Gebäuden von mindestens 20 Jahren ist der Planungshorizont auf 20 bis 25 Jahren auszudehnen.

Durch Bewertung langfristiger Zeitreihen zur Nahrungsmittelerzeugung und Versorgung der Weltbevölkerung kommt Lomborg (2002) zu dem Schluss, dass die Nahrungsmittelpreise bisher, von den üblichen Preisschwankungen abgesehen, gefallen sind und auch bei weit zunehmender Weltbevölkerung wegen der nahezu unbegrenzten Reserven[10] langfristig nicht anwachsen werden. Daraus lässt sich ableiten, dass auch die Futtermittelpreise nicht steigen, da beide direkt von einander abhängen. Das derzeitige Preishoch für Getreide und nachwachsende Rohstoffe ist durch unterdurchschnittliche Erträge und extrem hohe Subventionierung der Energiegewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen zu erklären. Dieser kurzfristige Preisanstieg steht nicht im Widerspruch zu dem von Lomborg (2002) abgeleiteten auf langen Zeitreihen basiertem Trend.

3 Ergebnisse: Bedeutung der Qualitätsverbesserung beim Grundfutter

Im ersten Schritt werden für die in den Abbildungen 3 und 4 dargestellten Energie- und Inhaltsstoffkonzentrationen alternativ nach DLG und NRC Empfehlungen die erzielbare Milchleistung, die zugehörigen Differenzen zwischen Erlösen für Milch minus Futterkosten sowie die Futteraufnahmen durch das SMP ermittelt. Es wird nur konserviertes Grundfutter kalkuliert, dagegen werden die wichtigsten Produktionsparameter, wie Zahl der Laktationen, Lebendmasse und Verlauf der Laktation variiert, um die Ergebnisse umfassend abzusichern. Im zweiten Schritt werden die Grundfuttermittel mit den zusätzlichen Kosten belastet, die ein präzise kontrolliertes Futtererzeugungsverfahren nach heutigen Schätzungen verteuern könnten.

3.1 Qualitätsverbesserung bei unterschiedlichen Fütterungsempfehlungen

Die in den Abbildungen 3 und 4 ausgewiesenen Rohprotein-, Rohfaser- und Energiekonzentrationen für Gras- und Maissilage werden in die Matrizen zur Rationsoptimierung übernommen. Das SMP beginnt 1980, analysiert die folgenden zehn 5 - Jahresabschnitte und beendet die Simulation im Jahr 2030. Zunächst wird für eine Kuh in der 2. Laktation mit 675 kg Lebendgewicht die höchstmögliche Leistung ermittelt, wobei der bcs den kritischen Wert von 1 nicht unterschreiten darf und am Ende der Laktation mindestens 2 betragen muss. Die Milchleistung erreicht

[10] Lomborg führt aus, dass die führenden Getreideproduzenten ihre geringen Erträge leicht anheben könnten. Es gäbe riesige Areale, die in landwirtschaftliche Bewirtschaftung genommen werden könnten, wenn sich die politischen Verhältnisse in diesen Ländern stabilisierten. Viele unzureichend ausgestattete Länder würden Verluste von bis zu 50 % der Ernten durch Schädlinge und Verderb in Kauf nehmen, die mit vergleichsweise geringem Aufwand vermeidbar wären.

nahezu 9.500 kg Milch je Kuh und Jahr (Abbildung 5). Für diese Leistung incl. Erhaltung und Reproduktion benötigt diese Kuh knapp 40 dt TS Grundfutter plus 24,5 dt TS (~27 dt FM) Kraftfutter. Die Differenz zwischen Erlös aus Milch minus Futterkosten (DEmFk) beträgt 2.400 € je Kuh und Jahr.

Für die beiden nachfolgenden 5 - Jahresabschnitte errechnet das SMP steigende Leistungen, zunehmende Grundfutteraufnahmen und höhere DEmFk bei konstantem Kraftfutterverbrauch. Bei weiter zunehmender Nährstoffkonzentration in Gras- und Maissilage ändert sich diese Entwicklung jedoch, denn der Kraftfuttereinsatz geht deutlich zurück, und die Milchleistung verharrt auf dem Niveau von rund 11.000 kg Milch. Der Einsatz von Grundfutter nimmt weiter zu, während der Gesamtfutterverzehr rückläufig ausfällt. Diese Abnahme des Kraftfuttereinsatzes und der Gesamtfutteraufnahme setzt sich bis etwa 2015 fort, danach, so zeigen die Berechnungen, wird kein Kraftfutter mehr eingesetzt. Trotzdem steigt die Milchleistung auf ca. 12.000 kg je Kuh und Jahr, der Grundfutterverzehr auf knapp 60 dt TM und die DEmFk auf 3.000 €.

Im Zeitabschnitt mit sinkendem Kraftfuttereinsatz, also von 1980 bis rd. 2015, nimmt auch der Gesamtfutterverzehr ab (Abbildung 5). Die Ursache für diese mit dem betrieblichen Geschehen unvereinbare Entwicklung ist in dem von Gruber et al. (2006) entwickelten Ansatz zur Schätzung der Futteraufnahme zu sehen. Die hier zu Grunde gelegte Konstellation (Gruber et al., 2006: Standard 1, hohes Management, HF-Blutlinie, getrennte Vorlage, Deutschland) enthält den Term „Kraftfuttermenge", der einen bedeutenden Beitrag zum Niveau der Futteraufnahme leistet. Bei den zukünftig deutlich verbesserten Grundfutterqualitäten nimmt der Kraftfuttereinsatz ab, daher wird der dem Term „Kraftfuttermenge" zuzuordnende Effekt auf die Futteraufnahme immer geringer und entfällt schließlich. Dieser Sachverhalt führt rechnerisch zu einer insgesamt geringeren Futteraufnahmekapazität. Das Ausmaß dieses Abfalls der Futteraufnahme mit steigender Grundfutterqualität erweist sich als unrealistisch, da im Zeitraum von 1980 bis 2000 in den Betrieben trotz sinkender Kraftfuttergaben und steigender Leistungen keine Abnahme der Futteraufnahme zu verzeichnen war (Walter et al., 1998; Walter et al., 2003). Daraus folgt, dass sich der Ansatz zur Schätzung der Futteraufnahme von Gruber et al. (2006) für diese Langfristanalyse als ungeeignet erweist. Die Resultate führen zu der These, dass ein derart konzipierter Schätzalgorithmus den ökologisch wirtschaftenden Betrieben nicht empfohlen werden kann. Konventionell wirtschaftende Betriebe laufen Gefahr, eine einseitige Bevorzugung Kraftfutter basierter Fütterungskonzepte hinnehmen zu müssen. Abbildung 5 zeigt dagegen eine Abkehr vom Kraftfuttereinsatz bei zunehmender Grundfutterqualität und damit eine den ökologisch wirtschaftenden Betrieben vergleichbare Fütterung, so dass dieser Schätzer der Futteraufnahme zur Fehleinschätzung bei der Bewertung höherer Grundfutterqualitäten führt.

Neben den Fütterungsempfehlungen der DLG und dem Ansatz zur Berechnung der Futteraufnahme von Gruber et al. (2006) kommen für die Hochleistungskühe im HF – Typ die amerikanischen Vorgaben für die Versorgung und die Bemessung der Futteraufnahme in Verbindung mit dem von Robinson (2007) entwickelten Konzept zur Schätzung der Futteraufnahme und Nährstoffversorgung in Frage.

Bei Anwendung der DLG – Norm und der Futteraufnahmefunktion von Gruber erreicht die Kuh ca. 11.000 kg Milch (Abbildung 5) am Ende des Beobachtungszeitraumes, werden dagegen die von Robinson (2007) vorgelegten Versorgungs- und Aufnahmebeziehungen zu Grunde gelegt, steigt die erzielbare Milchleistung von einem vergleichbaren Ausgangsniveau auf 19.000 kg (Abbildung 6). Der Kraftfuttereinsatz sinkt mit zunehmender

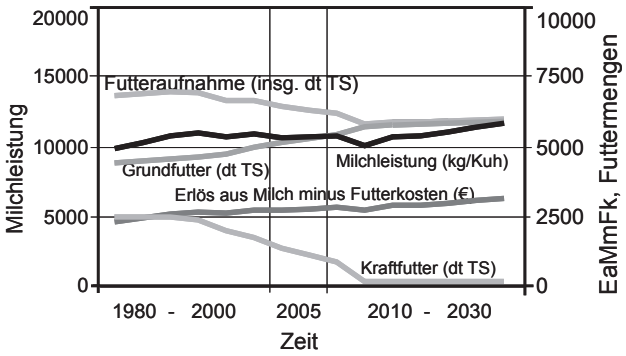

Abbildung 5:

Milchleistung, Futteraufnahme und Differenz aus Erlös für Milch minus Futterkosten bei steigender Grundfutterqualität – Rationsgestaltung nach DLG und Futteraufnahme nach Gruber et al. (2006)

Grundfutterqualität, beträgt am Ende des Betrachtungszeitraumes nur noch rd. 2 dt und tendiert eindeutig gegen Null. Die Differenz zwischen Erlös aus Milch und Futterkosten entwickelt sich stets positiv und kommt auf nahezu 5.000 €, weil die erzielbare Milchleistung am Ende des Beobachtungszeitraumes fast 19.000 kg je Kuh und Jahr beträgt. Die tägliche Futteraufnahme und auch die auf die gesamte Laktation bezogene Gesamtfuttermenge sind im Vergleich zu den in den Betrieben ermittelten Größenordnungen deutlich überhöht, so dass auch die von Robinson entwickelten Ansätze nicht weiter verfolgt werden.

Obwohl das von Robinson vorgelegte Konzept im Gegensatz zu der linearen EAR der DLG – Empfehlungen einen "energy discount" enthält, also einen abnehmenden Ertragszuwachs je zusätzlicher Aufwandseinheit in Ansatz bringt, zeigen die zunehmenden DEmFk, dass auch unter diesen Konditionen weitere Leistungssteigerungen durchaus wirtschaftlich sind (Abbildung 6).

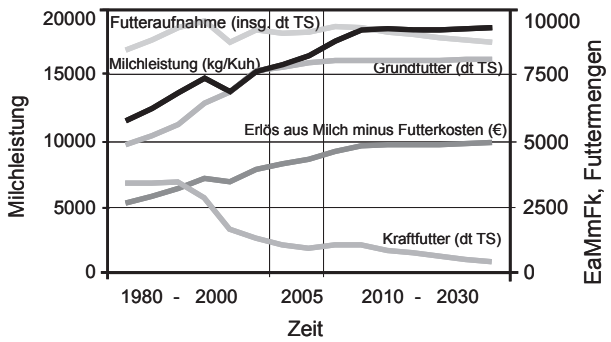

Abbildung 6:

Milchleistung, Futteraufnahme und Differenz aus Erlös für Milch minus Futterkosten je Kuh und Jahr bei steigender Grundfutterqualität – Energiebemessung und Futteraufnahme nach Robinson (2007)

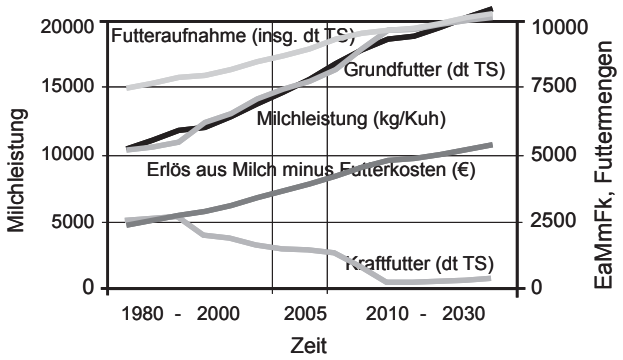

Abbildung 7:

Milchleistung, Futteraufnahme und Differenz aus Erlös für Milch minus Futterkosten je Kuh und Jahr bei steigender Grundfutterqualität – Milchkuh in 2. Laktation, Energiebemessung und Futteraufnahme nach NRC (2001)

Das NRC (2001) offeriert ein umfassendes und fein strukturiertes Versorgungskonzept (Walter, 2007). Abbildung 7 zeigt die mit dem NRC – Konzept errechneten Ergebnisse. Die Umrechnung der Energie- und Nährstoffgehalte aus deutschen Futtermittelanalysen in das unterschiedlich konzipierte amerikanische Nährstoffbewertungskonzept kann als Ursache für die uneinheitliche Entwicklung der Futteraufnahme gelten. Im Folgenden wird mit einem Algorithmus gerechnet, der nur vom Körpergewicht sowie dem Tag der Laktation und der Tagesleistung ausgeht (NRC, 2001, Chapter 1) und die Futterinhaltsstoffe und den Kraftfuttereinsatz unberücksichtigt lässt. Die maximal erzielbare Milchleistung betrug im ersten 5 - Jahresabschnitt ca. 10.000 kg Milch je Kuh und Jahr und stieg kontinuierlich auf 15.000 kg im Zeitraum um 2005. Dieses Ergebnis steht jedoch im Widerspruch zu den tatsächlichen Konstellationen in den Spitzenbetrieben[11] (Walter et al., 2003; Walter et al., 2005). Am Ende des Betrachtungszeitraumes werden knapp 21.000 kg Jahresleistung je Kuh ermittelt. Da die Futteraufnahme Größenordnungen erreicht, die mit über 30 kg TS je Tier und Tag als unrealistisch einzustufen sind, wird die vom NRC (2001) empfohlene Schätzfunktion für die Futteraufnahme nicht weiter genutzt.

Im Zeitraum von 1980 bis 1990 waren Kraftfuttergaben von über 25 bis 30 dt je Kuh und Jahr (~ 24 dt TS) keine Seltenheit (Rinder – Report 1979 bis 2001). Dieser enorme Kraftfuttereinsatz führte zu physiologischen und gesundheitlichen Problemen und ließ sich durch die ständige Verbesserung der Grundfutterqualität reduzieren. Obwohl der Kraftfuttereinsatz zurückgefahren wurde, konnte die Herdenleistung[12] stetig gesteigert werden. Die Futteraufnahme der Einzeltiere nahm jedoch im Zeitraum von 1980 bis heute nur wenig zu, denn die Betriebe weisen einen weitgehend konstanten Flächenbedarf je Kuh für die Futterproduktion aus. Der Düngeraufwand für Grünland und Silomais konnte ebenfalls zurückgefahren werden, ohne dass die Erträge abnahmen. Die Aufwands- und Ertragsrelationen von Futterbau und Milchviehhaltung wurden stetig effizienter. Die Kalkulationen mit den zukünftig zu erwartenden Daten zeigen eine auf den ersten Blick überraschende Entwicklung, denn der Kraftfuttereinsatz nimmt nicht kontinuierlich ab, sondern geht von 8 bis 10 dt je Kuh und Jahr beim Übergang zur nächsten 5 - Jahresperiode auf Null zurück. Diese ausschließlich auf Grundfutter basierten Rationen führen den Modellkalkulationen entsprechend zu einem leichten Rückgang der Futteraufnahme. Das ist in Betrieben zu beobachten, die zur ökologischen Wirtschaftsweise wechseln und dabei auf den Einsatz von Kraftfutter bzw. wirtschaftseigenem Getreide verzichten (Walter et al., 1998; Walter et al., 2003).

Die Ergebnisse der in den Abbildungen 5, 6 und 7 dargestellten Simulationen offenbaren erhebliche Probleme, die auf die Algorithmen zur Bestimmung der Futteraufnahme von Gruber (2006), des NRC (2001) und von Robinson (2006) zurück zu führen sind. Die mittleren täglichen Futteraufnahmen überschreiten die Grenze von 5 % des Lebendgewichts und zeigen weiterhin deutliche Abweichungen von dem bisher beobachteten betrieblichen Geschehen. Daher wird nachfolgend nicht mit diesen Emp-

[11] Die leistungsstärksten Kühe der Betriebe des AKFP (Walter et al., 2003) übertrafen im Zeitraum um 1990 die Leistungsgrenze von 10.000 kg. Eine ähnliche Entwicklung vollzog sich in den Spitzenbetrieben der Kontrollverbände in Norddeutschland.
Zudem geht das SMP bei diesen Kalkulationen von idealisierten Bedingungen aus, es werden keine den Erfolg mindernden Krankheiten, externen Einflüsse (Klima etc.), längere Zwischenkalbezeiten etc. angerechnet. Da nur Kühe in zweiter Laktation kalkuliert werden, fällt das Leistungsniveau höher aus, als wenn Erstkalbinnen, ältere u. U. leistungsschwächere Tiere und abgehende Kühe einbezogen würden.

[12] Der Leistungszuwachs brachte höhere Verkaufsmengen, die jedoch nicht zu verbesserten Erlösen führten, weil der Milchpreis sank und gleichzeitig Kosten für Kauf bzw. Pacht von zusätzlichen Lieferrechten entstanden sind.

fehlungen weiter gerechnet, sondern der von Meinhold (1976) entwickelte Ansatz zur Schätzung der Futteraufnahme[13] genutzt.

3.2 Bedeutung der Norm und des Grundfutterpreises

Abbildung 8 zeigt die Ergebnisse der Simulation mit dem von Meinhold et al. (1976) entwickelten Schätzer der Futteraufnahme, der vorrangig in enger Relation zum Lebendgewicht steht und einen im Vergleich zu den zuvor dargestellten Schätzfunktionen geringen leistungsorientierten Zuschlag enthält. Die vier zum Vergleich anstehenden Alternativen weisen einen geringfügigen Anstieg der Futteraufnahme auf, der beim Übergang zur kraftfutterfreien Fütterung gegen Null tendiert.

Alle vier Alternativen verzeichnen einen kontinuierlichen Anstieg der DEmFk von ca. 1.500 auf über 2.200 €, der auf die steigende Leistung zurückgeht. Der Zuwachs der Grundfutterqualität führt im analysierten Zeitraum zu einem deutlichen Anstieg der Milchleistung von rd. 6.500 bzw. 7.000 kg auf knapp 13.000 bzw. gut 14.000 kg je Kuh und Jahr. Die Unterschiede im Niveau und beim Anstieg der Kennzahlen beruhen auf einer Energiebemessung nach Vorgaben der DLG (linearer NEL - Bedarf je kg Milch, oberen Teilgrafiken) und nach NRC (progressiv steigender Energiebedarf je kg Milch, unteren Teilgrafiken). Der vom NRC (2001) und von Robinson (2007) vorgesehene "energy discount" führt bei den hier untersuchten Szenarien für gegebene Futteraufnahmen zu geringerer (Tages- und Jahres-) Leistung, weil die Progression des Energiebedarfs mit dem Leistungsniveau zunimmt.

Abbildung 8 beinhaltet zusätzlich die Bewertung der Kosten des Grundfutters. Werden die Kosten des Grundfutters trotz steigender Qualität konstant gehalten, dann nimmt der Kraftfuttereinsatz zunächst geringfügig ab, wie es in den Betrieben zu beobachten war (Walter et al., 2005). Mit

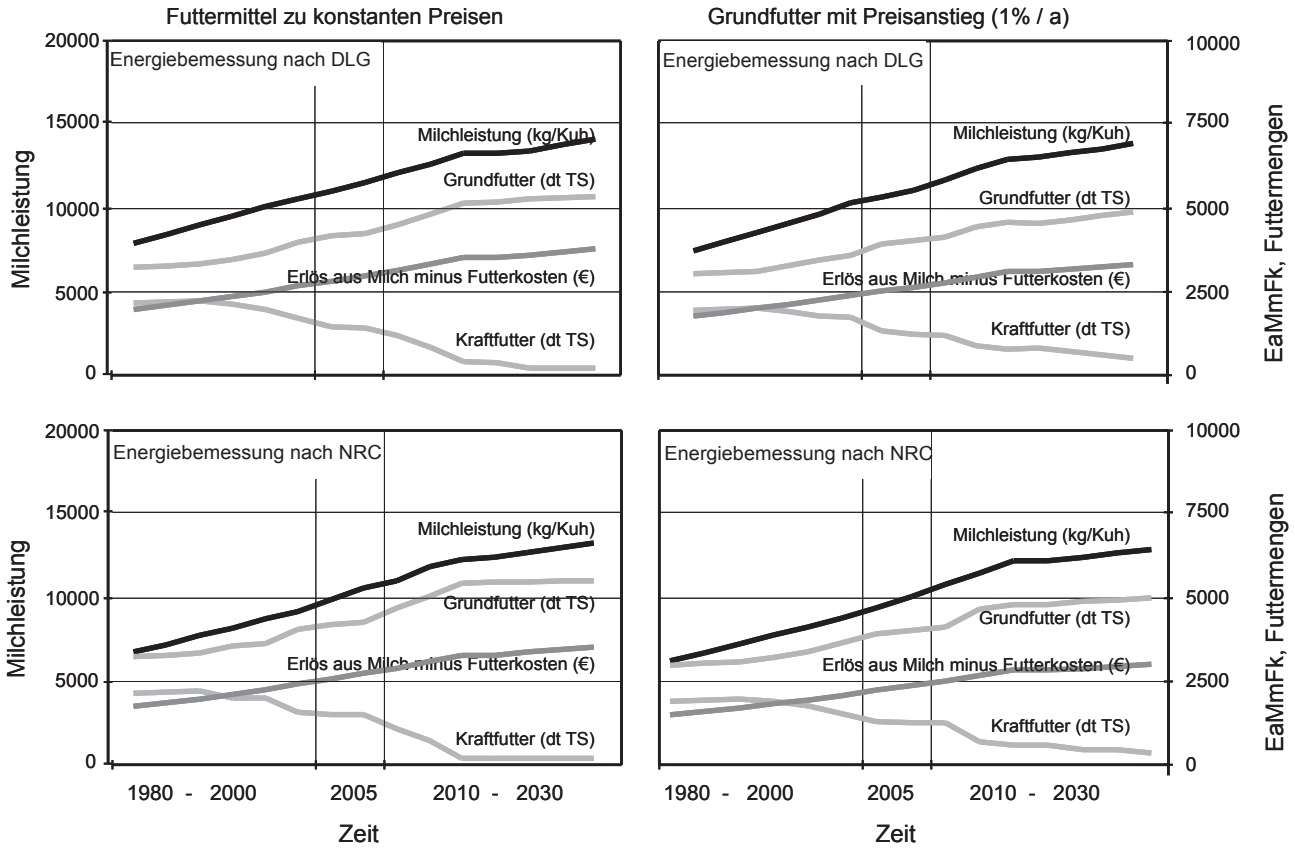

Abbildung 8:

Milchleistung, Futteraufnahme und Differenz aus Erlös für Milch minus Futterkosten je Kuh und Jahr, Milchkuh in 2. Laktation, Energiebemessung nach DLG bzw. NRC und Futteraufnahme nach Meinhold et al. (1976) jeweils bei konstanten und mit der Grundfutterqualität steigenden Grundfutterpreisen

[13] Eine detaillierte Beschreibung der Ansätze zur Bestimmung der Futteraufnahme findet sich in der Programmbeschreibung (Walter, 2007).

dem hier unterstellten weitergehenden Qualitätszuwachs lässt sich der optimale Kraftfuttereinsatz in naher Zukunft halbieren und schließlich auf Null reduzieren (Abbildung 8, linke Teilgrafiken), wenn die Preise der Futtermittel gleich bleiben. Diese Entwicklung zeichnet sich sowohl für die Empfehlung zur Energie- und Nährstoffversorgung der DLG als auch des NRC ab. Die in den Abbildungen 3 und 4 dargestellte Entwicklung der Energiekonzentration begründet sich auf die eingesetzten "online" Kontrollen sowie Silierhilfsmittel und auf genetische Fortschritte bei den Futterpflanzen. Diese Positionen sprechen für steigende Kosten, die in Abbildung 8 (rechte Teilgrafiken) kalkuliert werden. Im Einzelnen wird unterstellt, dass die Kosten der Gras- und Maissilage proportional zur Energiekonzentration mitwachsen. Erneut zeigt sich, dass unabhängig vom Energiebewertungs- und -bemessungssystem der Kraftfuttereinsatz im analysierten Zeitraum deutlich zurückgeht. Der geringe Vorteil für das wirtschaftseigene Futtergetreide geht bei einer Fortschreibung der Entwicklung jedoch schnell verloren. Diese Aussage kann aus den Stabilitätsbereichen der optimalen Rationen abgeleitet werden.

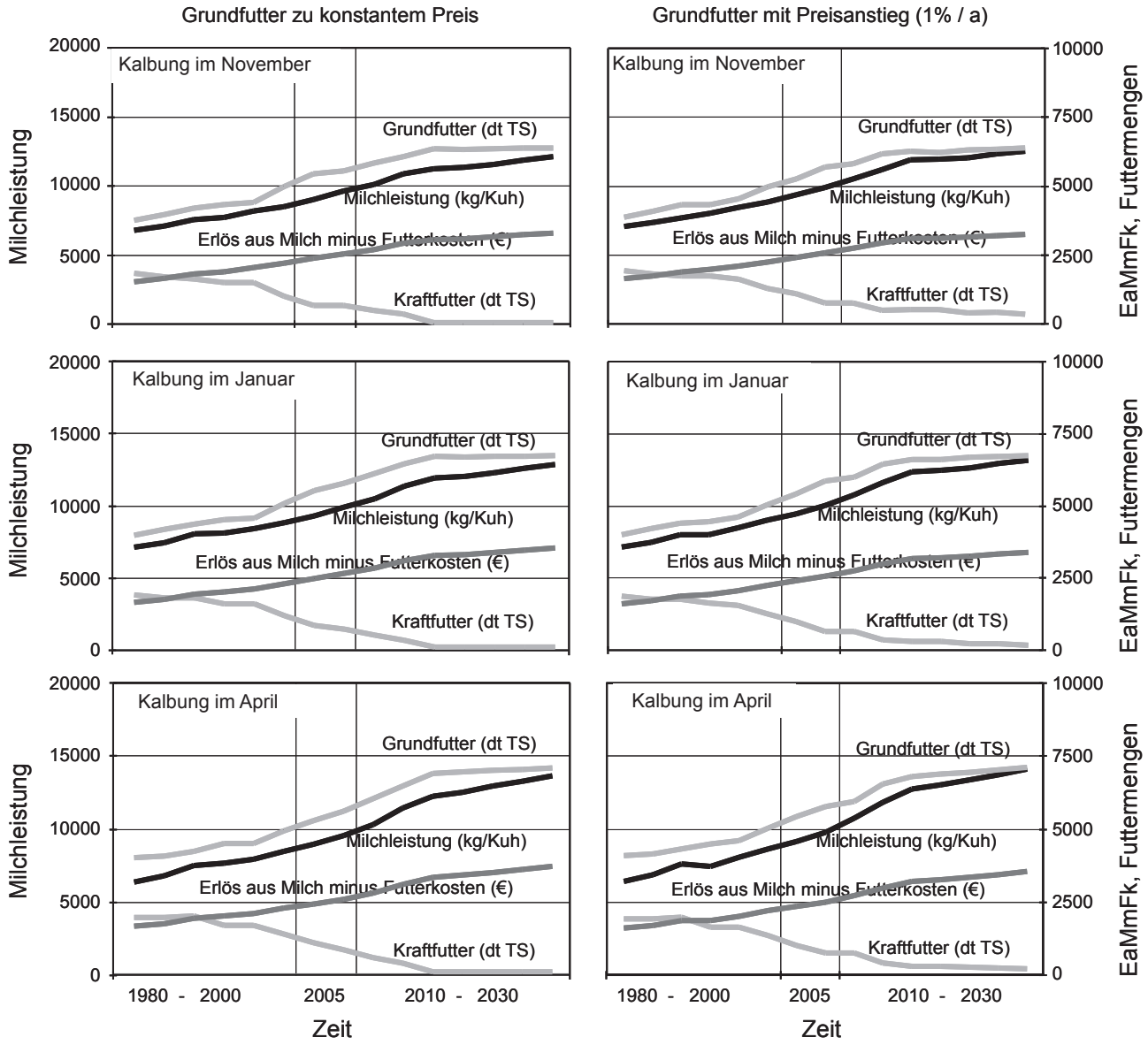

Abbildung 9:

Milchleistung, Futteraufnahme und Differenz aus Erlös für Milch minus Futterkosten je Kuh und Jahr bei steigender Grundfutterqualität für Milchkühe und Frischgrasverfütterung, Rationsberechnung nach NRC (2001) und Futteraufnahme nach Meinhold (1976)

3.3 Frischfutter

Da sich Weidegang bzw. die Verfütterung von frischem Gras im Vergleich zur Verfütterung von Grassilage als kostengünstiger erweisen kann, soll die Bedeutung steigender Qualitäten auch für diese Variante geprüft werden. Zimmer (1969) und Pahlow (2007) weisen nach, dass das Ausgangsprodukt Gras eine um 3 bis 5 % höhere Energie- und Nährstoffkonzentration aufweist als die Konserve, wenn der Gärprozess optimal verläuft. Daher wird auch für die Kalkulationen unterstellt, dass die Qualität von Frischgras die von Grassilage um 5 % übertrifft. Weiterhin wird die Zufütterung von Maissilage bis zu 25 % der gesamten Trockensubstanzaufnahme zugelassen, weil das schon heute in den norddeutschen Betrieben gängige Praxis ist und die duale Lösung der optimalen Rationen hohe Grenzwerte für ein Plus an Maissilage ausweisen.

Abbildung 9 zeigt die Ergebnisse der Kalkulationen mit unterschiedlichen Preisen für Grundfutter und variierenden Kalbeterminen.

3.4 Bedeutung der Zahl der Laktationen

Da sich eine Herde aus Kühen unterschiedlichen Alters zusammensetzt, ist speziell das Geschehen um die besonders sensitiven Erstkalbinnen von grundlegendem Interesse.

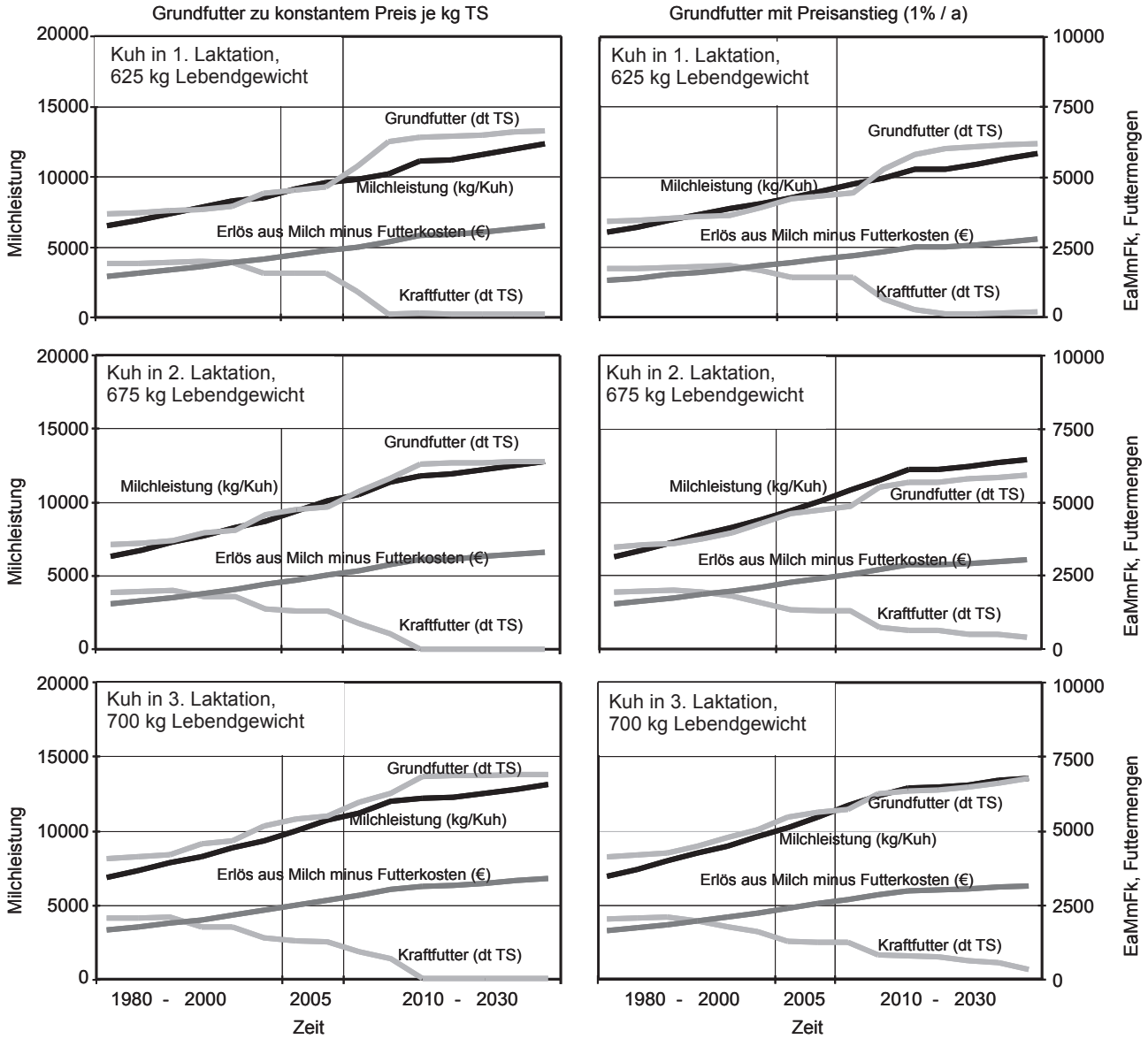

Abbildung 10:

Milchleistung, Futteraufnahme und Differenz aus Erlös für Milch minus Futterkosten je Kuh und Jahr bei steigender Grundfutterqualität für Milchkühe in 1., 2. und 3. Laktation, Rationsberechnung nach NRC (2001) und Futteraufnahme nach Meinhold (1976)

In Abbildung 9 wird die Entwicklung der wichtigsten Erfolgskennzahlen dargestellt. Die Bemessung des Energie- und Nährstoffbedarfs basiert im Folgenden ausschließlich auf den Empfehlungen des NRC (2001).

Die Milchleistung der Färsen steigt im Betrachtungszeitraum von 6.500 auf 12.000 bis 12.500 kg Milch bei konstanten (Abbildung 10, linke obere Teilgrafik) bzw. wachsenden Preisen (Abbildung 10, rechte obere Teilgrafik). In den Spitzenbetrieben und in der Simulation betrug der Kraftfuttereinsatz Anfang der 80er Jahre rd. 24 dt (22 dt TS). Dann nimmt Kraftfuttereinsatz ab, das zeigt sich sowohl in den Betrieben als auch in den Modellkalkulationen. Für die hier unterstellten weiter steigenden Futterqualitäten errechnen sich in naher Zukunft deutlich sinkende optimale Kraftfuttermengen, so dass der Kraftfuttereinsatz in den zukünftig folgenden 5 - Jahresperioden weiter abnehmen und schließlich enden wird. Dies geschieht unabhängig von der Preisentwicklung für Grundfutter (Abbildung 10, oberen beiden Teilgrafiken). Die maximal erzielbare Milchleistung der Färsen erreicht bei ansteigenden Grundfutterpreisen nur rd. 13.000 statt 13.500 kg. Die Futteraufnahme insgesamt wächst nur moderat, und es ist ein leichter Abfall in der Phase des Überganges zur Kraftfutterfreien Ration festzustellen. Diese im Vergleich zu den älteren Kühen ungünstigen Kennzahlen ergeben sich vorrangig aus dem geringeren Futteraufnahmevermögen und dem Energie- und Nährstoffbedarf für das Wachstum.

Die Kühe in 2. Laktation erreichen höhere Leistungen, Futteraufnahmen und DEmFk (Abbildung 10, mittleren beiden Teilgrafiken), die wiederum noch von den Älteren übertroffen werden. Die optimalen Rationen dieser Altersklassen sehen am Ende des Beobachtungszeitraumes in der Variante konstante Preise für Grundfutter kein Kraftfutter mehr vor, wohingegen bei steigenden Grundfutterpreisen noch rd. 5 dt Futtergetreide eingesetzt werden. Erneut zeigen die Stabilitätsbereiche, dass eine schwächere Preisprogression beim Grundfutter oder ein geringfügiger Preisanstieg des eingesetzten Futtergetreides zu reinen Grundfutterrationen führen würden.

Milchkühe mit drei und mehr Laktationen weisen die günstigsten Kennzahlen auf (Abbildung 10, unteren beiden Teilgrafiken), die Milchleistung erreicht nahezu 14.000 kg, die DEmFk übertrifft 3.000 € und der Einsatz von Kraftfutter reduziert sich früher. Damit zeigen diese Simulationen, dass ein höherer Anteil von Kühen mit drei und mehr Laktationen sich günstig auf die Erfolgskennzahlen der Herde auswirkt. Für Kühe mit mehr als 5 bis 6 Laktationen nennt Brade (2005) geringere Leistungen und Robinson (2007) abnehmende Futteraufnahmen, so dass die Aufwands- und Ertragsrelationen mit höherem Alter wieder ungünstiger ausfallen.

3.5 Bedeutung des Lebendgewichts

Das Lebendgewicht der Kühe steht in engem Zusammenhang mit der Futteraufnahmekapazität. Es entsteht die Frage, ob der zusätzliche Bedarf für Erhaltung diese höhere Futteraufnahme für sich in Anspruch nimmt oder ob ein Leistungszuwachs „erfüttert" werden kann. Mittels Simulation lassen sich erste Antworten geben.

Die Diskussion der Ansätze zur Bestimmung der Futteraufnahme ergibt, dass die von Gruber (2006), Robinson (2006) und vom NRC (2001) entwickelten Schätzgleichungen nicht geeignet erscheinen, um dieses Problem zu lösen. Die Bestimmung der Futteraufnahme nach Meinhold (1976) geht gleichfalls vom metabolischen Körpergewicht aus und reagiert auf die Tagesleistung sowie die Grundfutterqualität mit wesentlich stärkerer Dämpfung. Dagegen wird dem Stand der Laktation unter Beachtung von Trächtigkeit und Dauer der Laktation größeres Gewicht beigemessen. Die in Abbildung 10 dargestellten Ergebnisse der Simulation basieren daher nur auf diesem Ansatz zur Bestimmung der Futteraufnahme.

In Abbildung 11 wird das Lebendgewicht[14] für eine Kuh in 2. Laktation alternativ mit 575, 675, 775 und 875 kg festgelegt und mittels Simulation die Bedeutung steigender Grundfutterqualität analysiert. Im Einzelnen werden für konstante Futtermittelpreise und alternativ für steigende Grundfutterpreise die maximal erzielbare Milchleistung, die Erlös-Futterkostendifferenz sowie die Grund- und Kraftfutteraufnahme ausgewiesen.

Abbildung 11 zeigt eine mit dem Körpergewicht steigende maximal erzielbare Leistung, sowohl für die unterschiedlichen Preiskonstellationen als auch für die mit der Zeit ansteigende Grundfutterqualität. Am Beginn des Beobachtungszeitraumes weist das Simulationsprogramm eine um 500 bis 700 kg höhere Leistung je 100 kg zusätzlichem Körpergewicht aus. Zum Ende des Zeitraumes, also bei Einsatz der höchsten Grundfutterqualität, erreicht dieser gewichtsabhängige Leistungsunterschied gut 1.000 kg. Das führt zu folgenden Überlegungen:

- Wird es wegen der mit dem Gewicht steigenden Leistungen einen Trend zu größeren Kühen geben?
- Welche Kosten entstehen für größere Gebäude und Technik?
- Ist mit weniger aber größeren Kühen, die eine höhere Leistung bringen, die gleiche Quote mit geringeren fixen und variablen Kosten zu erfüllen?

[14] Für jede Gewichtsklasse wird ein bcs von 3, also eine optimale Kondition, zu Beginn der Laktation unterstellt.

Größere Kühe erbringen höhere Leistungen und die Quote kann mit weniger Tieren ausgenutzt werden. Mit der Körpergröße verteuert sich die Aufzucht, erhöht sich der Erhaltungsbedarf und wächst der tierspezifische Platzbedarf. Die Wirtschaftlichkeit dieser Alternative der Leistungsstungssteigerung lässt sich nur mittels eines umfassenden Ansatzes lösen. Dafür sind u. a. die unterschiedlichen Baukosten der Ställe zu ermitteln, die für das jeweilige Lebendgewicht und die dazu gehörige Tierzahl zu konzipieren sind.

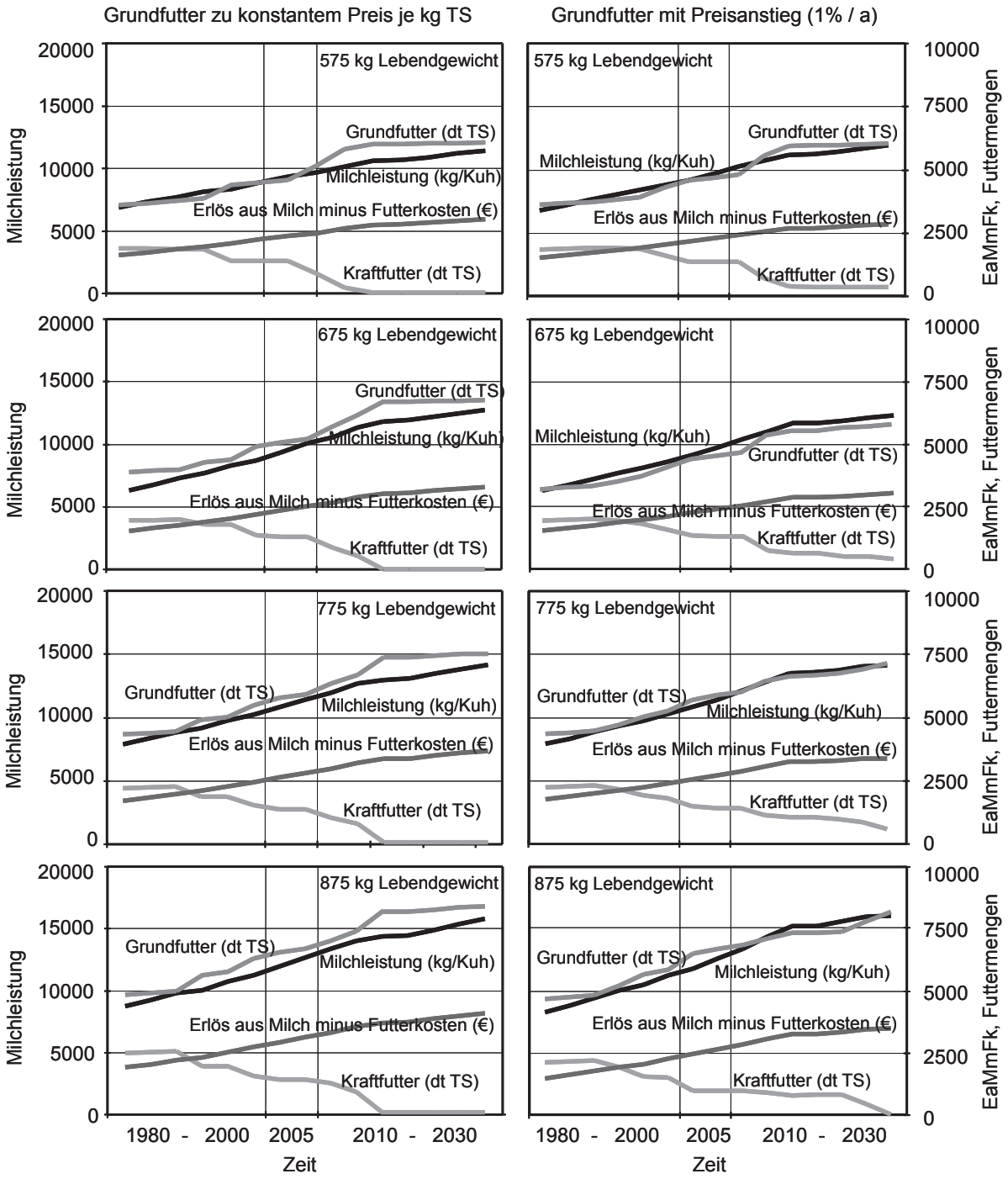

Abbildung 11:

Milchleistung, Futteraufnahme und Differenz aus Erlös für Milch minus Futterkosten je Kuh und Jahr bei steigender Grundfutterqualität für Milchkühe in 2. Laktation und unterschiedlichem Lebendgewicht

3.6 Bewertung der Trockensubstanzaufnahme, der Inhaltsstoffe und Milchleistung

Die Optimierung der Fütterung mittels „Linearer Programmierung" (Danzig, 1963; Land et al., 1973) liefert nicht nur die bestmögliche Ration, sondern bewertet die Restriktionen, also die „Rechten Seiten". Die Grenzwerte für Energie, Rohprotein, Trockensubstanzaufnahme, Mindestrohfasergehalt, Milchleistung etc. geben Aufschluss über die Knappheitsverhältnisse und bieten interessante Informationen für die Bewertung der hier anstehenden Fragen. Die Interpretation der in Abbildung 12 dargestellten Graphen orientiert sich am Marginalprinzip, siehe dazu Brandes (1969), Land (1973) oder auch Danzig (1963). Jeder Punkt des oberen Graphen stellt den Grenzwert[15] der Trockensubstanzaufnahme in der optimalen Ration dar. Stark vereinfacht bedeutet der dem ersten Tag der Laktation zuzuordnende Wert von 59 Cent, dass eine Erhöhung der Trockensubstanzaufnahme von 1 kg den Zielfunktionswert um genau diese 59 Cent verbesserte. Da die optimale Lösung für diese Ration nur in engen Grenzen stabil ist, gilt diese Relation nur für den Stabilitätsbereich zwischen 16,21 bis 16,35 kg TS je Kuh und Tag.

Die Bewertung der Tagesleistung (zweitunterster Graph, Abbildung 12) erscheint auf den ersten Blick unlogisch, denn ein Plus bei der Tagesleistung führt nicht zu einem Zuwachs bei der Zielfunktion, der Differenz zwischen Erlös aus Milch abzüglich Futterkosten. Da sich die Kuh jedoch bis zum 165. Tag der Laktation im Nährstoffdefizit befindet, ließe eine höhere Leistung dieses Defizit anwachsen und den body condition score unter das Minimum[16] sinken. Das Optimierungsmodell lässt daher nicht zu, dass einer höheren Tagesleistung ein positiver Beitrag zur Zielfunktion zugemessen wird. Nach dem 165. Tag brächte dagegen eine Erhöhung der Tagesleistung einen Zuwachs von 12 Cent je kg Mehrleistung, jedoch ist in diesem Stadium der Laktation eine Leistungserhöhung nicht mehr möglich.

An diesem 165. Tag der Laktation verringert sich auch der Grenzwert für die Futteraufnahme, denn ein Plus an Futter führte nicht zu einer Leistungssteigerung, sondern zu Luxuskonsum und damit zu geringeren Erlös - Kostendifferenzen. Zeitgleich sinkt der rationsinterne Wert für Energie, weil ein geringerer positiver Effekt[17] auf die Zielfunktion ausgeübt werden kann. Gegen Ende der Laktation steigen die Grenzwerte für die Futteraufnahme und Energiekonzentration wieder geringfügig an, weil mit zunehmender Trächtigkeit die Aufnahmekapazität abnimmt und somit die Rationsgestaltung erschwert.

In den bisher kalkulierten Konstellationen ist der Silomaisanteil auf 45 % und der Grassilageanteil aus dem 1. und 2. Schnitt auf 65 % der täglichen Trockenmasseaufnahme begrenzt. Die Grenzwerte zeigen, dass für Rohprotein kein Versorgungsengpass errechnet wird, da Überschüsse auftreten. Der Grenzwert für Rohprotein betrüge daher Null. Das Rationsberechnungskonzept des NRC (2001) sieht jedoch für den Abbau von Eiweißüberschüssen einen geringen, aber spürbaren Energiebedarf vor, so dass die Optimierung einen negativen Grenzwert für Rohprotein errechnet (Abbildung 12).

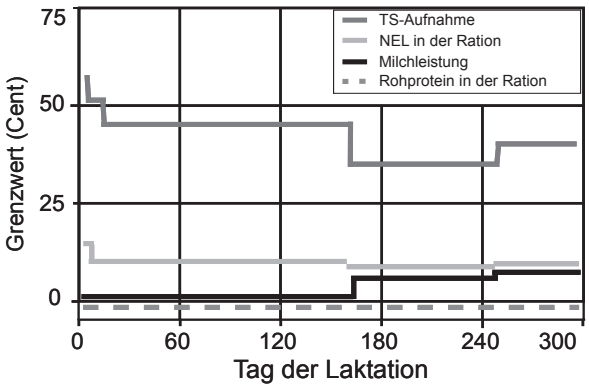

Abbildung 12:

Grenzwerte für Trockensubstanzaufnahme, Milchleistung, Energie und Eiweiß - Milchkuh mit 675 kg Lebendgewicht, 2. Laktation, Rationsberechnung nach NRC (2001) und Futteraufnahme nach Meinhold (1976)

3.7 Milchleistung und unterschiedliche Mais- und Grassilageanteile

Die Abbildungen 1 und 2, sowie 3 im Vergleich zu 4 zeigen die Energie- und Nährstoffkonzentration der Gras- und Maissilage. Da die Maissilage eine höhere Energiekonzentration aufweist als die Grassilage und diese wiederum das Niveau der maximal erzielbaren Milchleistung mitbestimmt, wird in Abbildung 13 der Maisanteil variiert, um dessen Bedeutung für das maximal erzielbare Leistungsniveau zu kalkulieren. Bei einem Maisanteil von unter 5 % wurde im Zeitraum 1980 bis 85 eine Höchstleistung von rd. 7.000 bis 7.500 kg Milch erzielt, „heute" (Abbildung 13) liegt die maximale Leistung bei 9.000 bis 10.000 kg und wird am Ende des Beobachtungszeitraumes etwa 12.000 kg Milch erreichen. Wird der Maisanteil um 10 % erhöht, dann lässt sich die Maximalleistung um weitere 600 kg anheben. Steigt der Maisanteil über 75 %, nutzt die Rationsoptimierung diese Möglichkeit nicht, weil eine Ergänzung mit eiweißreichen (Kraft)Futtermitteln erforderlich wird.

---

[15] Es handelt sich dabei um den Wert der Gleichung in der dualen Lösung.

[16] Der minimal zulässige body condition score beträgt hier 1.

[17] Die Tagesleistung nimmt wegen der Trächtigkeit ab und kann nicht angehoben werden.

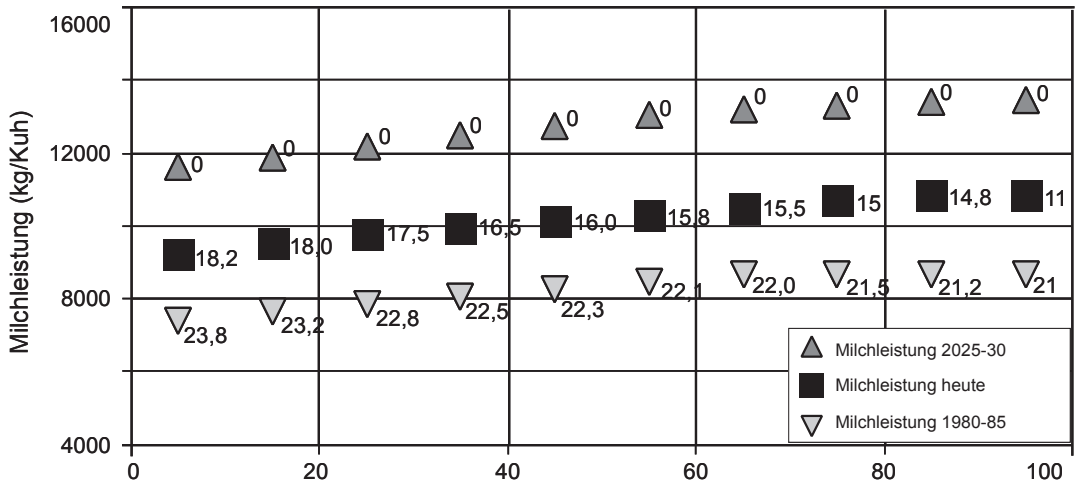

Abbildung 13:

Maximal erzielbare Milchleistung bei unterschiedlichem Maisanteil sowie Kraftfuttermenge (dt TS je Jahr), Milchkuh mit 675 kg Lebendgewicht, in 2. Laktation, Rationsberechnung nach NRC (2001) und Futteraufnahme nach Meinhold (1976)

In Abbildung 13 werden neben den auf den Zeitraum bezogenen Höchstleistungen die mittels Rationsoptimierung kalkulierten Kraftfuttermengen (dt TS je Jahr) ausgewiesen, wenn auf der Basis konstanter Preise für alle Futtermittel kalkuliert wird. Für die Alternative „um 1 % steigende Grundfutterpreise" errechnen sich für den Zeitraum „heute" um 2 bis 3 dt höhere Kraftfuttermengen, für das Ende des Betrachtungszeitraums, also für die 5 - Jahresperiode 2025 bis 2030, Futtergetreidemengen von 4 bis 6 dt je Kuh und Jahr.

Damit stellt sich die Frage nach den (Grund)Futtermitteln, die nicht in diese Analyse einbezogen worden sind. Die Milchvieh haltenden Betriebe in Norddeutschland (Walter, 1996) verfüttern zwar hauptsächlich Gras, Grassilagen und Silomais, setzen daneben Zwischenfrüchte, Kleegras, aber auch Nebenprodukte der Lebensmittelindustrie wie Treber, Trester, Pressschnitzel, Nachprodukte der Ölherstellung etc. ein. Für die aufgeführten Futtermittel gilt, dass sie nur dann konkurrenzfähig bleiben, wenn ihre Qualität eine ähnliche Entwicklung nimmt wie Gras- und Maissilage. Ergänzende Kalkulationen zeigen, dass diese Nebenprodukte der Lebensmittelindustrie einen Qualitätsvergleich mit Gras- und Maissilage Stand halten müssen, um in optimierte Rationen zu gelangen. Gelingt das nicht, so könnten selbst deutliche Preisabschläge dieses Manko nicht wettmachen.

3.8 Variation der Grundfutterpreise

Die Energiekonzentration und die Preise erweisen sich als wichtige Kriterien für die Konkurrenzkraft eines Futtermittels, das zeigen die Grenzwerte (Abbildung 12). Daher sind die Kosten je Energieeinheit (MJ NEL) vergleichend zu bewerten. Bei konstanten Preisen werden Milchviehmischfutter und Futtergerste stets mit 24,5 bzw. 22 Cent je 10 MJ NEL, Gras- und Maissilage mit 23 und 24,5 Cent je 10 MJ NEL in Ansatz gebracht. Abbildung 14 zeigt die zur Alternative „Grundfutterpreise wachsen proportional zur Energiekonzentration[18]" gehörenden Preise.

Die hier unterstellte Entwicklung der Grundfutterpreise von 1980 bis heute entspricht nur bedingt den tatsächlichen betrieblichen Preis- und Kostenkonstellationen, weil mit der Reform der Agrarpreise Anfang der 90er Jahre ein rapider Verfall der Getreide- und damit auch der Milchviehmischfutterpreise verbunden war. Dieser Preisverfall kann zwar problemlos vom SMP bewertet werden, er führt jedoch zu deutlichen Modifikationen, die die Ergebnisse zusätzlich zum Einfluss der Qualitätsentwicklung prägen. Daher wird dem linearen Trend der Vorzug gegeben.

Um die Konstellationen um Preis und Qualität transparenter zu gestalten, werden für den Beginn, für die 5 – Jahresperiode 2005 und für das Ende des Beobachtungszeitraumes die Preisrelationen variiert. Daraus lassen sich zusätzliche Informationen für die beiden Bestimmungsgrößen und die Stabilität der bisher diskutierten Ergebnisse ableiten.

[18] Die Preise steigen um rd. 1 % je Jahr. Dabei ist die 5 – Jahresperiode um 2005 der Zeitraum mit ausgeglichenem Preisniveau (Abbildung 14). Helmers (2005) und die dort zitierten Kostenerhebungen der Beratungsringe und Kammern gelangen stets zu vergleichbaren variablen und fixen Kosten der Futterproduktion.

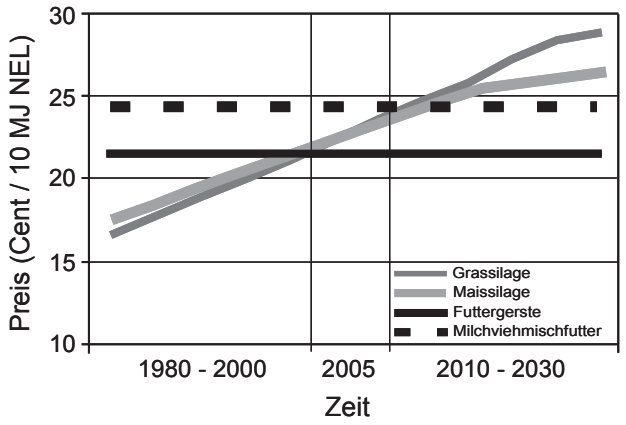

Abbildung 14:

Entwicklung der Futtermittelpreise (Cent je 10 MJ NEL) in der Variante „mit der Qualität steigende Preise"

Die obere Teilgrafik in Abbildung 15 zeigt, dass für die 5 – Jahresperiode um 1980 eine Veränderung der Preisrelationen von Grund- zu Kraftfutter keine Modifikation der eingesetzten Futtermengen zur Folge hat, wenn die Höchstleistung angestrebt wird. Die geringe Nährstoffkonzentration im Grundfutter macht aus physiologischer Sicht den gerade noch akzeptablen höchstmöglichen Kraftfuttereinsatz notwendig, um die Höchstleistungen zu erzielen. Das entspricht den betrieblichen Bedingungen dieser Zeit, als die Energiekonzentration in Heu bzw. Grassilage nur etwa 60 bis 70 % der Werte im Kraftfutter erreichten. Da die Milchpreise im Vergleich zu den Futterkosten hoch ausfielen, war die Gewinnmaximierung einer Leistungsausschöpfung gleich zu setzen, die weitgehend unabhängig von den Preisrelationen der Futtermittel mit einer einheitlichen Aufwandsstruktur erreicht wurde.

Derzeit weisen Grund- und Kraftfutter etwa gleiche Preise je Energieeinheit auf. Da sich die Energiekonzentration im Grundfutter bis auf 20 bis 10 Prozentpunkte an die des Kraftfutters annäherte, führt die Variation der Preisrelation zu Veränderungen der optimalen Einsatzmengen von Grund- und Kraftfutter, wenn die Höchstleistung erzielt werden soll. Solange Grundfutter preiswerter ist, sind geringe Kraftfuttermengen günstig, wird aber die Energieeinheit im Grundfutter teurer als im Kraftfutter, beginnt die Abkehr vom Ziel des maximalen Grundfuttereinsatzes. Erst wenn die Energie im Grundfutter um mehr als 50 % teurer ausfällt, wird nach der alten Regel aus den 80er Jahren gefüttert, allerdings mit dem Nebeneffekt einer abnehmenden Maximalleistung.

Werden dagegen die für das Ende des Beobachtungszeitraumes prognostizierten höchsten Futterqualitäten unterstellt, dann führt die Preisvariation zu deutlich veränderten Strukturen bei den optimalen Futtermengen. Weil die Energiekonzentrationen von Grund- und Kraftfutter in etwa gleich hoch sind, gewinnen die Preise an Bedeutung und die Relation der Futtermittelpreise entscheidet stärker als zuvor über das optimale Einsatzniveau einzelner Komponenten in der Fütterung.

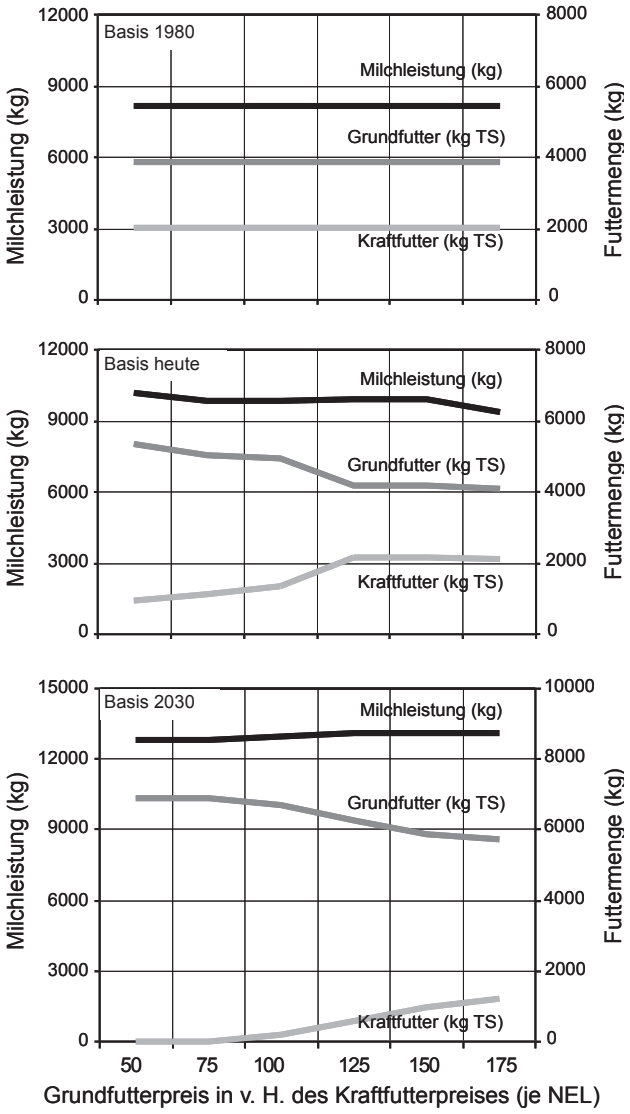

Abbildung 15:

Die Bedeutung unterschiedlicher Preisrelationen von Grund- zu Kraftfutter für die Milchleistung und die eingesetzten Futtermengen für die erste, mittlere und letzte 5 – Jahresperiode

Abbildung 15 (untere Teilgrafik) weist für Preisrelationen unter 100 % keinen Kraftfuttereinsatz aus. Erst wenn der Grundfutterpreis den von Kraftfutter um 50 bis 75 % übertrifft, enthalten die optimierten Rationen insgesamt 10 bis 12 dt Kraftfutter je Zwischenkalbezeit. Die DEmFk nimmt mit den steigenden Grundfutterkosten ab, auch wenn ein geringfügiger Leistungsanstieg zu verzeichnen ist.

4 Bewertung

Spitzenbetriebe erreichen im Vergleich zu Herden der Forschung gut 3.000 kg höhere Herdenleistungen. Daher erweist sich die Simulation als die einzige Alternative, um für diese Betriebsgruppe und die Politik Hinweise für die zukünftige Fütterung und Haltung von Milchvieh geben zu können. Zwar kann damit die Zukunft nicht treffsicher vorhergesagt werden, aber die wichtigsten Tendenzen lassen sich auf der Basis von den als gesichert anzusehenden, grundsätzlichen Beziehungen ableiten.

Die Fortschreibung der bisherigen Entwicklung der Grundfutterqualität inklusive eines durch „online" Messanalytik erzielbaren zusätzlichen technischen Fortschritts führt in Kombination mit einem für Hochleistungskühe ausgelegten ganzheitlichen Fütterungskonzept zu einem neuen Milchviehhaltungsverfahren.

In diesem Beitrag wird die von norddeutschen Betrieben in den letzten 20 Jahren erzielte Verbesserung der Grundfutterqualität dargestellt und in die Zukunft fortgeschrieben. Die zurzeit in der Entwicklung befindliche „online" Grundfutteranalytik mittels NIR ermöglicht eine genaue Kontrolle und damit eine verbesserte Futterproduktion. Am Ende der Entwicklung steht den Milchvieh haltenden Betrieben ein echtes System des „precision farming and husbandry" zur Verfügung.

Alle Vorschätzungen führen zu der Erwartung, dass in den nächsten Dekaden Durchschnittsleistungen von 12.500 und 15.000 kg Milch je Kuh und Jahr erreicht werden, das wäre ein Anstieg von 50 % bis 75 %. Das hat zur Folge, dass die Zahl der Milchkühe und der aufzuziehenden Jungtiere zurückgeht. Das reduziert den Futterverbrauch und damit auch den Futterflächenbedarf. Da in der Zukunft Milchviehmischfutter kaum noch konkurrenzfähig sein und gleichzeitig auch der Einsatz von wirtschaftseigenem Futtergetreide zurückgehen wird, sinkt der Bedarf an Futtergetreide. Die frei werdenden Flächen bieten sich für den Anbau von Brotgetreide oder Energiepflanzen an. Für das Grünland zeichnet sich eine zweigleisige Entwicklung ab, denn nur die Flächen bleiben in Bewirtschaftung, auf denen sich die erforderlichen Qualitäten erzeugen lassen. Das minderwertige Grünland verliert für die Milchproduktion an Bedeutung.

Kraftfutter bzw. Milchviehmischfutter wird bei den zu erwartenden weiter steigenden Energie- und Nährstoffkonzentrationen im Grundfutter zunehmend an Bedeutung verlieren und schließlich aus der Rationsgestaltung verdrängt. Das führt zu Ställen ohne Kraftfutterlager und -dosiertechnik. Dagegen muss der Lagerraum für Grundfutter entsprechend größer bemessen werden und unterliegt zusätzlichen Anforderungen. Die Verfahren zur Entnahme und Vorlage von Grundfutter sind zu überdenken und neu zu konzipieren.

Die in diesem Beitrag als gegeben vorausgesetzte Versorgung mit Vitaminen und Mineralstoffen ist entsprechend den Gehalten im (Grund)Futter und den Anforderungen der Kühe zu sichern. Dabei bieten die vom NRC (2001) entwickelten Versorgungsempfehlungen eine gute Grundlage für die Berechnung der erforderlichen Mengen bzw. Anteile.

Als weitere Konsequenz ergibt sich eine Betriebsform, die weniger Vorleistungen kaufen muss und daher einem geschlossenen Stoffkreislauf näher kommt. Mit Kraftfutter freien Rationen werden weniger „fremde"[19] Stoffe in den Betrieb geschleust, so dass Energie- und Nährstoffbilanzen wesentlich günstiger ausfallen. Damit rücken die konventionelle und ökologische Milchproduktion nah aneinander und sind unter diesem Aspekt kaum noch zu unterscheiden.

Für den Futterbau und die Milchviehhaltung bieten sich neue Möglichkeiten. Zu der online Bewertung des Futters gehört eine entsprechend genaue Futterapplikation, als wichtigem Baustein eines neu zu konzipierenden Milchviehhaltungssystems.

Die sich abzeichnenden Veränderungen bedeuten:

- Die Absatzchancen der Mischfutterindustrie sinken.
- Die Nachfrage nach Nebenprodukten der Nahrungsmittelindustrie geht zurück.
- Der Rindviehbestand nimmt deutlich ab und damit reduzieren sich auch die den Rindern angelasteten Umweltschädigungen.
- Der innerbetriebliche Wert von leistungsfähigem Grünland steigt deutlich, der von schwachen Flächen sinkt.
- Der Bedarf an Futterflächen sinkt.

Die Ergebnisse zeigen, dass steigende Qualitäten des Grundfutters trotz höherer Kosten wirtschaftlich sind. Das hat vorrangig zwei Gründe: Kraftfutter wird aus der Ration verdrängt und bessere Futterqualitäten erschließen neue Leistungsbereiche, die sich wiederum positiv auf die Aufwands- und Ertragsrelationen auswirken.

Literatur

BLE (2007) [online]. Zu finden in <http://www.ble.de/data/000ED77307E815A6872D6521C0A8D816.0.pdf>

Brade W (2005) Rinderhaltung und Milcherzeugung. Landbauforsch Völkenrode SH 289:1-13

Brandes W, Woermann E (1969) Landwirtschaftliche Betriebslehre : Bd. 1, allgemeiner Teil ; Theorie und Planung des landwirtschaftlichen Betriebes. Hamburg : Parey, 234 p

Danzig GB (1963) Linear programming and extensions. Princeton : Princeton Univ Pr, 625 p

[19] Bei einer Fütterung ohne Kraftfutter wäre BSE nicht zum Problem geworden.

DLG (2007) Fachtagung "Neue Herausforderungen in der Nutztierfütterung" Feed - Food - Fuel - Fiber : öffentliche Fachtagung im Forum der FAL, Braunschweig, 26. 06. 07

DLG (2006) DLG-Qualitätstest 2005 : Ergebnisse für Mischfutter : Kraft- und Mineralfutter : akkreditiert nach DIN EN 45.011. Groß-Umstadt : DLG

DLG (1991 ff) Futterwerttabellen der DLG : Wiederkäuer. Frankfurt a M : DLG Verl

Drackley JK (2005) Fütterung und Management der Milchkuh im peripartalen Zeitraum [online]. Zu finden in <http://www.dr-pieper.com/file/89.pdf> [zitiert am 11.06.2008]

Evans E (2003) Auswirkungen von Stoffwechselstörungen auf die Fruchtbarkeit [online]. Zu finden in <http://www.dr-pieper.com/file/66.pdf> [zitiert am 11.06.2008]

Helmers M (2005) Optimierungsstrategien zur ökonomischen Bewertung von Grundfutter. Osnabrück : Fachhochschule

IFCN (2007) [online] Zu finden in <http://www.ifcnnetwork.org> [zitiert am 10.06.2008]

Isermeyer F (ed) (2002) Milchproduktion 2025 : Vortragstagung im Forum der FAL am 5. März 2002, gemeinsam veranstaltet von der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) und der Gesellschaft der Freunde der FAL. Braunschweig : FAL, 103 p, Landbauforsch Völkenrode SH 242

LKV Weser-Ems (2006) Jahresbericht 2005 [online]. Zu finden in <http://www.lkv-we.de>

LKV Weser-Ems (2007) Jahresabschluss 2007 : Zusammenstellung nach Landeskontrollverbänden [online]. Zu finden in <http://www.lkv-we.de/Leistungen_2007.html> [zitiert am 11.06.2008]

LKV Schleswig - Holstein (2006) Die Leistungsergebnisse des Prüfjahres 2006 [online]. Zu finden in <http://www.lkv-sh.de/uploads/media/Jahresbericht2006.pdf>_[zitiert am 10.06.2008]

Lüpping W (2007) Futterrationen und Fütterungsstrategien der Zukunft - Rinderhaltung. DLG Fachtagung "Neue Herausforderungen in der Nutztierfütterung" Feed - Food - Fuel - Fiber : öffentliche Fachtagung im Forum der FAL, Braunschweig, 26.06.07

Land AH, Powell S (1973) Fortran codes for mathematical programming : linear, quadratic and discrete. London : Wiley, 249 p

Lomborg B (2002) Apocalypse no! : Wie sich die menschlichen Lebensgrundlagen wirklich entwickeln. Lüneburg : zu Klampen, 556 p

Meinhold K, Rosegger S, Schlünsen D, Walter K (1976) Die Futterkosten bei unterschiedlichen Methoden der Rationsermittlung und -bemessung für Milchkühe. Landbauforsch Völkenrode SH 35:131-190

NIR (2007) NIR Spectroscopy in Agricultural Environments : Conferenc at FAL, Braunschweig 12/13 June 2007

NIRS (2004) Workshop : NIRS-Harvest-Line-Konzept, FAL Braunschweig, 12.01.04

NRC (2001) Nutrition requirements of dairy cattle. Washington, DC : National Academy Pr

Durbal V (2001) NRC dairy cattle program computations. In: Nutrition requirements of dairy cattle. Washington, DC : National Academy Pr

Pahlow G (2007) Biologische und chemische Siliermittel. Persönliche Mitteilung vom 29.10.2007

Pieper B (ed) Tagungsbericht 1998 bis 2006 : 1. bis 10. Symposium zu „Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen"

Rinder-Report 1979 bis 2001, Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Rinderspezialberatung der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (2003) Einzelbetriebliche Daten aus ca. 1600 Betrieben der Jahre 1995 bis 2001. Mit freundlicher Genehmigung der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein vom 30. 06. 2003

Robinson PH (2006) Excel Spreadsheets : PredDMI.xls, NRGREQ.xls [online]. Zu finden in <http://animalscience.ucdavis.edu/faculty/robinson/Excel/default.htm> [zitiert am 10.06.2008]

Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, mehrere Jahrgänge. Münster-Hiltrup : Landwirtschaftsverl

Thünen JH von (1842) Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie : Neudruck nach der Ausgabe letzter Hand (vierte, unveränderte Auflage). Stuttgart : Fischer

Walter K (1976) Zur Frage einer periodisch begrenzten Über- und Unterversorgung von Milchkühen und ihrer Auswirkung auf die Futterkosten. Landbauforsch Völkenrode SH 35:64-88

Walter K, Heinrich I, Böckmann U (1998) Entwicklung des Einsatzes und der Preise von Grund- und Kraftfutter in der Rinderhaltung : 20 Jahre „Arbeitskreis Forschung und Praxis" in der FAL. Ber Landwirtsch 76(1):87–104

Walter K, Heinrich I (2003) Die Entwicklung der Milchleistung, ihre einzelbetrieblichen Voraussetzungen und Antriebskräfte : ermittelt aus Daten norddeutscher Betriebe mit intensiver Milchviehhaltung. Ber Landwirtsch 81(3):346-373

Walter K (2004) Analyse der Beziehung zwischen den Kosten für Tierarzt und Medikamente in der Milchviehhaltung und der Produktionstechnik, dem Futterbau, der Arbeitswirtschaft sowie der Faktorausstattung ausgewählter norddeutscher Betriebe. Braunschweig : FAL, 180 p, Landbauforsch Völkenrode SH 270

Walter K, Bockisch F-J, Ohrtmann J, Thomsen J (2005) Entwicklung der Milchleistung, des Kraftfuttereinsatzes und der Grundfutterqualität. Landbauforsch Völkenrode 55(2):119-126

Walter K (2007) Das Simulationsprogramm „Milchproduktion der Zukunft" – methodischer Ansatz und Realisierung : Version 1. Braunschweig : FAL, 64 p, Ber Inst Betriebstech Bauforsch 390

Zimmer E (1969) Biochemische Grundlagen der Einsäuerung. In: Crop conservation and grassland : proceedings of the 3rd General Meeting of the European Grassland Federation. Frankfurt a M : DLG, pp 113-125